



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

# Sisäisen logistiikan kehittäminen

Veljekset Vaara Oy

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Materiaalitekniikan koulutusohjelma  
Puutekniikan suuntautumisvaihtoehto  
Opinnäytetyö  
Kevät 2015  
Jaakko Vaara

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin Veljekset Vaara Oy:n toimeksiannosta. Haluan kiittää työn ohjaajina toimineita Lahden ammattikorkeakoulun puutekniikan lehtori Ilkka Tarvaista ja Veljekset Vaara Oy:n tuotantopäällikkö Jorma Vaaraa.

Lisäksi haluan kiittää kaikkia muita työtä tukeneita henkilöitä ja yhteistyökumppaneita. Nimeltä haluan mainita Veljekset Vaara Oy:n Ville Vaaran, joka oli suurena apuna työn toteutumisen kannalta.

Suurimmat kiitokseni haluan antaa vaimolleni Selinalle ja pojalleni Jooselle, jotka ovat suuresti tukeneet työtäni ja piristäneet työn täyteisiä päiviäni.

Lahdessa 17.4.2015

Jaakko Vaara

Lahden ammattikorkeakoulu  
Materiaalitekniikan koulutusohjelma, Puutekniikan suuntautumisvaihtoehto

VAARA, JAAKKO: Sisäisen logistiikan kehittäminen  
Veljekset Vaara Oy

Puutekniikan opinnäytetyö, 47 sivua, 4 liitesivua

Kevät 2015

## TIIVISTELMÄ

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää sisäistä logistiikkaa Veljekset Vaara Oy:ssä, joka on perheomisteinen sahayritys Pohjois-Suomessa. Tavoitteena on luoda vaihtoehtoja, joiden avulla voidaan vähentää sisäisessä logistiikassa syntyvää tuottamatonta työtä. Tähän pyritään selvittämällä muun muassa varastohallintajärjestelmien ja automaattisten tunnistusmenetelmien soveltuvuutta yrityksen sisäiseen logistiikkaan.

Aluksi työssä kuvaillaan yrityksen tuotantoprosessi materiaalivirtojen ja varastoinnin osalta. Työn teoriaosioon on kerätty selvitystä pohjustavaa tietoa logistiikan osa-alueista ja tietojärjestelmistä käyttäen kirjallisia ja elektronisia lähteitä. Selvitysosion järjestelmävaihtoehtojen soveltuvuus- ja kustannustiedot hankittiin osin internetistä, mutta pääosin toimittajien tarjousten ja haastattelujen avulla.

Selvitysosion alussa kartoitetaan yrityksen sisäisen logistiikan nykytilanne haastattelujen ja kyselylomakkeiden avulla. Sen jälkeen selvitetään ja pohditaan muutaman eri varastohallintajärjestelmän ja automaattisten tunnistusmenetelmien kustannuksia ja soveltuvuutta toimeksiantajayrityksen sisäiseen logistiikkaan. Lisäksi työssä selvitetään varastohalli-investoinnin kustannuksia ja määritellään yrityksen varastointikapasiteetti sekä katettujen varastojen prosentuaalinen osuus. Varastokapasiteettitietojen pohjalta työssä luodaan varaston täyttöasteen seurantatyökalu.

Opinnäytetyö on eräänlainen esiselvitys, jonka avulla toimeksiantajayritys voi tehdä päätöksiä tulevaisuuden suhteen. Työssä tehtyjen päätelmien mukaan osoitetietokannan sisältävän varastohallintajärjestelmän avulla voidaan vähentää tuottamatonta työtä. Automaattisista tunnistusmenetelmistä työssä tarkastellaan viivakoodi- ja RFID-tunnistusta sekä puheohjausta.

Asiasanat: sisäinen logistiikka, varastointi, varastohallinta

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Materials Technology

VAARA, JAAKKO:

Development of Internal Logistics  
Veljekset Vaara Oy

Bachelor's Thesis in Wood Technology 47 pages, 4 appendices

Spring 2015

## ABSTRACT

---

The purpose of this thesis was to improve the internal logistics of Veljekset Vaara Oy, a family-owned sawmill company in northern Finland. The objective was to propose alternatives that reduce unproductive work of internal logistics. The thesis aims to examine the suitability of warehouse management systems and automatic identification in the company's internal logistics.

First the thesis describes the operation of the company. The theoretical section deals with logistics and information systems. Information on the suitability and cost information of system alternatives were collected on the internet, but mainly with the help of tenders and interviews of suppliers.

The thesis describes the present situation of the internal logistics of the client company. Then it examines the cost and suitability of warehouse management systems and automatic identification for the company. Additionally, the thesis defines warehouse hall investment costs and the company's warehouse capacity and the percentage of the covered warehouses. A tool was created for controlling the degree of filling in the warehouse.

The thesis is a kind of preliminary study, which allows the company to be able to make decisions about the future. According to the report, unproductive work can be reduced by a warehouse management system. The thesis examined RFID and barcode identification and voice control of automatic identification methods.

Key words: internal logistics, warehousing, warehouse management

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	VELJEKSET VAARA OY	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Tuotantoprosessin kuvaus	3
3	LOGISTIIKAN OSA-ALUEITA	5
3.1	Sisäinen logistiikka	5
3.2	Varastointi	6
3.3	Puutavaran varastointi	6
3.4	Varastot ja varastotyypit	7
3.5	Varastointiolosuhteiden mukaiset varastolajit	8
3.6	Varaston toiminnot	9
3.7	Varastonohjaus	11
3.8	Kustannukset	16
4	TIETOJÄRJESTELMÄT	17
4.1	Automaattisen tunnistuksen teknologiat	18
4.1.1	Viivakoodi	18
4.1.2	RFID-tekniikka	19
4.1.3	Puheohjaus	21
4.2	Logistiikan telematiikka	22
5	SELVITYSOSIO	25
5.1	Nykytilanne	25
5.2	Projektin tavoite	27
5.3	Varastonhallintajärjestelmävaihtoehdot	27
5.3.1	Vaihtoehto 1. Paikannukseen perustuva järjestelmä + viivakoodi	28
5.3.2	Vaihtoehto 2. Graafiseen näkymään perustuva varastonhallinta + puheohjaus	31
5.3.3	Vaihtoehto 3. Mobiilipääteohjelma + RFID-järjestelmä	33
5.3.4	Vaihtoehto 4. Ilman minkäänlaista ohjelmistoa	36
5.4	SWOT-analyysi vaihtoehdosta 1	39
5.5	Varastointikapasiteetin määrittäminen	39
5.6	Haastattelut	41
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET	43

7	YHTEENVETO	45
	LÄHTEET	46
	LIITTEET	48

# 1 JOHDANTO

Tässä opinäytetyössä selvitetään erilaisia vaihtoehtoja ja niiden kustannuksia sahayrityksen sisäisen logistiikan kehittämiseen. Usein sisäisellä logistiikalla tarkoitetaan pelkistetysti materiaalin käsittelyä, mutta tässä työssä sillä tarkoitetaan yrityksen sisäisten tieto-, materiaali- ja pääomavirtojen hallintaa.

Tavoitteena on pohtia ja esittää toimeksiantajayritykselle erilaisia vaihtoehtoja, joiden avulla sen sisäisessä logistiikassa syntyvää tuottamatonta työtä saadaan vähennettyä. Vaihtoehtoina ovat erilaiset varastohallintajärjestelmät ja niihin liitettävät automaattiset tunnistusmenetelmät sekä fyysisten varastotilojen muutokset.

Opinnäytetyö on jaettu teoria- ja selvitysosioon. Teoriaosiossa esitellään toimeksiantajayritys ja käydään läpi selvitystä tukevaa teoriaa logistiikan osa-alueista ja tietojärjestelmistä. Selvitysosiossa kartoitetaan yrityksen nykytilanne ja määritetään nykyinen varastointikapasiteetti. Sen jälkeen työssä selvitetään muutaman eri varastohallintajärjestelmän ja automaattisten tunnistusmenetelmien soveltuvuutta yrityksen toimintaan. Lisäksi työssä tehdään Excel-pohjainen varaston täyttöasteen seurantatyökalu tuotannonsuunnittelulle helpottamaan trukkikuskien arkea.

Sisäisen logistiikan nykytilanteen selvittämiseksi työssä käytettiin haastatteluja ja kyselylomakkeita. Selvitysosion järjestelmävaihtoehtojen soveltuvuus- ja kustannustiedot hankittiin osin internetistä, mutta pääosin toimittajien tarjousten ja haastattelujen avulla.

## 2 VELJEKSET VAARA OY

### 2.1 Yleistä

Veljekset Vaara Oy (KUVIO 1.) on perheomisteinen sahayritys, joka sijaitsee Tervolassa, Pohjois-Suomessa. Yritys sahaa ja jatkojalostaa pohjoisen tiukkasyistä puutavaraa pääasiassa talo- ja hirsitaloteollisuuden, vientiasiakkaiden ja puutavarajälleenmyyjien tarpeisiin, päätuotteinaan omakotitalojen ulkoverhoustuotteet. (Veljekset Vaara Oy 2015.) Yrityksen liikevaihto vuonna 2013 oli noin 14 miljoonaa euroa ja työntekijöitä oli 35 (Taloussanomat 2015).



KUVIO 1. Ilmakuva tehdasalueesta (Veljekset Vaara Oy 2015. muokattu)

Perinteet sahaustoiminnalle tulevat jo 1900 – luvun alkupuolelta, jolloin nykyisen yrityksen omistajien pappa aloitti sahaustoiminnan. Jussi ja Jorma perustivat Veljekset Vaara Oy:n vuonna 1981, minkä jälkeen yritys on kasvanut tasaisesti ja on nykyään merkittävä sahateollisuuden toimija. (Veljekset Vaara Oy 2015.)

Vuonna 2014 yritys sahasi noin 65 000 m<sup>3</sup> valmista sahatavaraa ja viennin osuus oli 30 %. Puulajeina käytetään kuusta ja mäntyä, puutavaran jalostusaste on noin 50 % valmiin sahatavaran kuutiomäärästä. Yritys pitää tärkeänä, että sen käyttämä raaka-aine tulee sertifioiduista metsistä, jotka sijaitsevat lähialueella noin 130



kilometrin säteellä Tervolasta. (Vaara 2015.) Veljekset Vaara Oy on Suomen Sahat ry:n jäsen (Suomen Sahat 2015).

Puu sahataan ja jalostetaan käyttämällä alan uusinta teknologiaa. Sahalinja uusittiin vuonna 2006, jolloin pyörösahalinja korvattiin vannesaha ja pelkkahakkurilinjalla. Lajittelulaitos modernisoitiin 2012, ja uusi höyläämö ja maalaamo otettiin käyttöön 2013 (Vaara 2015). Nykyinen kuivauskapasiteetti koostuu kahdesta kanavakuivaamosta ja viidestä kamarikuivaamosta. (Veljekset Vaara Oy 2015.)

Valmistettavat tuotteet ovat sahatavara, hirret tilauksesta ja jatkojalosteet. Ulkoverhous tuotteet toimitetaan palosuojattuina ja/tai pohjamaalattuina asiakkaan haluamilla väreillä. Veljekset Vaara Oy:lle on myönnetty lupa lujuslajitellun rakennesahatavaran CE-merkintään. (Veljekset Vaara Oy 2015.)

## 2.2 Tuotantoprosessin kuvaus

Saha-alueelle tultuaan tukkipuu lajitellaan laadun ja latvaläpimitan mukaan, minkä jälkeen lajiteltu puu menee joko tukkivarastoon tai suoraan sahalle. Tämä osio on rajattu opinnäytetyön ulkopuolelle.

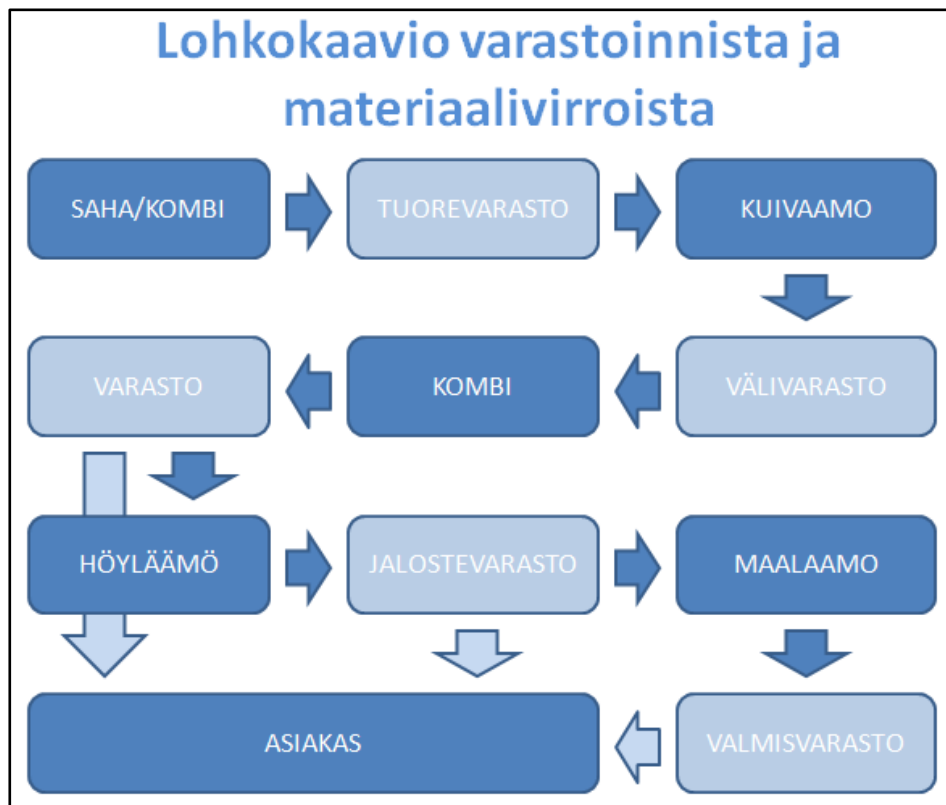
Ennen sahausta tukki kuoritaan, minkä jälkeen tukista muodostuu pelkkahakkurin ja vannesahauksen yhteydessä sekä valmista että särmäämätöntä sahatavaraa. Särmäämätön sahatavara-aiho menee automaattisärmän läpi, minkä jälkeen kaikki valmis tuoresahatavara menee kombilaitokseen.

Kombilaitoksen läpi voidaan ajaa vuorotellen kuivaamosta tullutta kuivaa sahatavaraa ja sahalta tullutta tuoretta sahatavaraa kaavion (KUVIO 2.) mukaan. Kombilaitoksessa tuoresahatavara dimensiolajitellaan ja paketoidaan rimatapuleihin, jotka menevät joko välivarastopohjalle odottamaan tai suoraan kuivaamoon.

Kuivaamosta rimatapuli menee välivarastoon odottamaan tai suoraan kombilaitokseen, jossa tehdään laatu- ja pituuslajittelu. Kombilta tulee ns. kovia sahatavarapaketteja (1 x 1 x 5,4 metriä), jotka viedään sahatavaravarastoon

odottamaan jatkotoimenpiteitä. Varastopohjilta sahatavarapaketti voi lähteä joko suoraan asiakkaalle tai mennä höyläykseen.

Höyläyksen jälkeen puutavarajalostepaketti menee joko jalostevarastoon, suoraan maalaukseen tai asiakkaalle. Maalauksen tai muun pintakäsittelyn jälkeen puutavarajalostepaketti menee varastoon tai suoraan asiakkaalle.



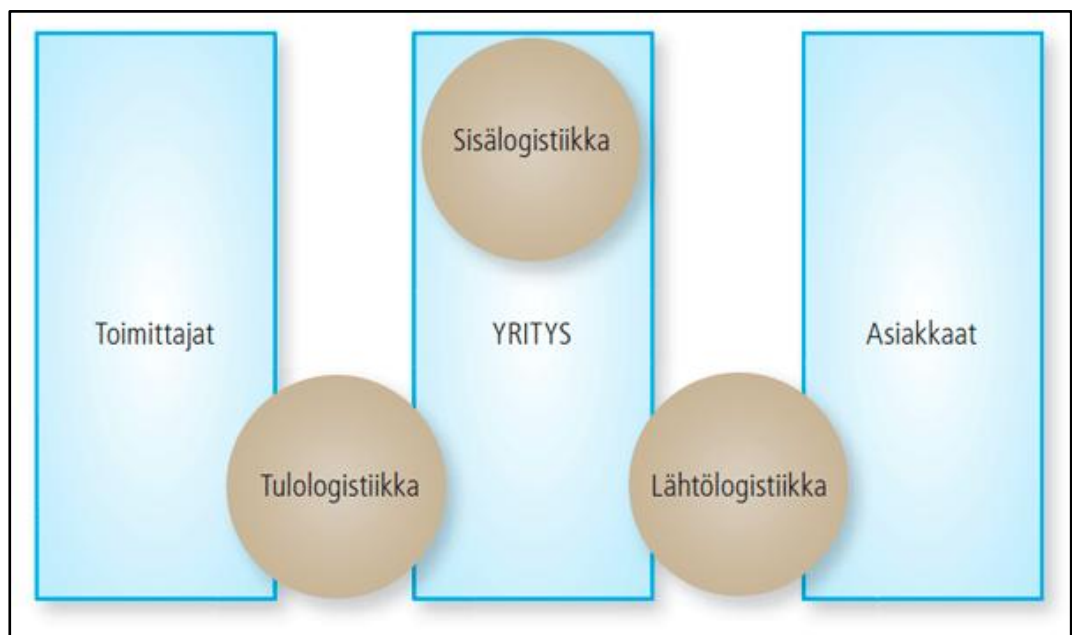
KUVIO 2. Veljekset Vaara Oy:n prosessikaavio

### 3 LOGISTIIKAN OSA-ALUEITA

Logistiikka on materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen hallintaa (Logistiikan maailma 2015). Sillä tarkoitetaan tuotannossa tarvittavien osien ja raaka-aineiden hankintaa, valmistuksen ohjausta, tuotteiden myyntipalveluja ja jakelua sekä myynnin jälkeisiä palveluja. Keskeistä on edellä mainittujen asioiden johtaminen siten, että lopputulos on ostajan ja palvelun tuottajan kannalta laadullisesti mahdollisimman hyvä ja edullinen. Logistiikan kokonaisuuden hallitsemiseen vaaditaan oikeita toimintatapoja ja jatkuvaa ohjausta kaikessa toiminnassa. Tämä on mahdollista ainoastaan siten, että tiedetään koko ajan, missä milläkin hetkellä mennään, mikä taas onnistuu hyvien tietojärjestelmien ansiosta. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 23.)

#### 3.1 Sisäinen logistiikka

Sisäisellä logistiikalla tarkoitetaan tehtaan sisällä liikkuvien materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen hallintaa. Siinä on rajattu pois kaikki sellainen logistiikka, joka ei kuulu oman organisaation sisälle. Tällaisia ovat tulo- ja lähtölogistiikka (KUVIO 3.), joihin kuuluvat esimerkiksi alihankkijat ja yhteistyökumppanit. (Logistiikan maailma 2015.)



KUVIO 3. Tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka (Logistiikan maailma 2015.)

### 3.2 Varastointi

Varastoinnilla tarkoitetaan varastotiloja ja varastotoimintoja (Logistiikan maailma 2015). Taloudellisessa kielenkäytössä sana varasto rinnastetaan vaihtomaisuuteen (Sakki 2009, 103). Logistisista ratkaisuista varastointi on yhtä tärkeä osa kuin kuljetuksetkin, joiden avulla tavarat siirtyvät varastosta toiseen.

Varastoja tarvitaan yleensä asiakaspalvelun ja tuotannollisten toimintamahdollisuuksien turvaamiseen. Tällaisia varastoja ovat yritysten raaka-aine ja tarvikevarastot, välivarastot, käyttöainevarastot, varaosavarastot ja jäteaineiden varastot. Tällä tavoin yritykset voivat turvata ja varmistaa jatkuvan tavaran saaannin ja välttää tuotantokatkoksia sekä samalla hankkia suuria tavaramääriä halvemmalla. Varastointi aiheuttaa kuitenkin kustannuksia, joten on tarpeellista käydä läpi erilaisia varastointimenetelmiä ja niihin soveltuvia teknologioita sekä erilaisia työtehtäviä varastoissa. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302.)

### 3.3 Puutavaran varastointi

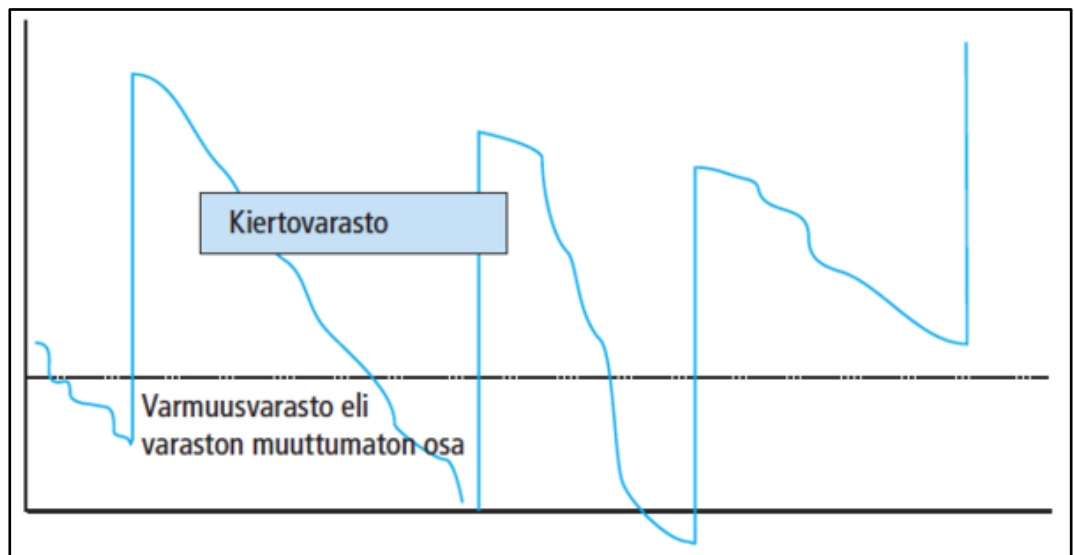
Puutavara on arka kosteudelle ja voi ulkona varastoituna helposti kostua ja sen seurauksena homehtua tai sinistyä. Tämän seurauksena puutavara voi pilaantua jopa käyttökelvottomaksi. Siksi puutavarapaketti kannattaa suojata edellä mainittujen vaurioiden välttämiseksi, ja samalla tällä ehkäistään puutavaran likaantumista, harmaantumista, kolhiintumista ja jossain määrin rikkoutumista. Suojaus voidaan toteuttaa monella tavalla, kuten katoksella, umpivarastolla tai puutavarapaketin päälle paketoinnin yhteydessä laitettavalla erillisellä suojamuovilla tai paperilla. (Sipi 2006, 163.)

Satamissa ja sahalaitoksissa puutavarapaketit varastoidaan usein katoksissa ja halleissa. Varastointi voidaan toteuttaa sivulta avoimissa katoksissa tai nosturivarastoissa. Sivulta haarukkatrukeilla täytettävä katos on halpa toteuttaa mutta vaatii paljon liikkumatilaa trukeille. Nosturivarasto on vastaavasti investointina kallis, mutta tässä alue tulee tehokkaaseen käyttöön, sillä erillisiä ja tilaa vieviä käytäviä ei tarvita. Lisäksi nosturilla käsiteltäessä puutavaraa rikkoutuu vähemmän kuin haarukkatrukeilla, mutta nosturivaraston

käsittelykapasiteetti on rajallinen. Usein huonompilaatuinen puutavara varastoidaan ulkona kääreeseen suojattuna. (Sipi 2006, 165.)

### 3.4 Varastot ja varastotyypit

Kiertovarasto toiselta nimeltään eräkokovarasto (KUVIO 4.) on sellainen varaston osa, jonka koko vaihtelee kulutuksen ja täytön mukaan. Tällä varastotyypillä voidaan tyydyttää keskimääräinen kysyntä tietylle ajanjaksolle. Täydennysrytmi ja -määrä määräytyvät kysynnän mukaan, ja tällä myös mahdollistetaan suurempien erien hankinta edullisesti. (Logistiikan maailma 2015.)



KUVIO 4. Kierto- ja varmuusvarasto (Logistiikan maailma 2015.)

Varmuusvaraston (KUVIO 4.) avulla pyritään ehkäisemään puutetilanteita. Sen avulla voidaan turvata toimitusaikojen ja -määrien sekä kulutuksien vaihtelut. Varmuusvaraston koko lasketaan sopivaksi kuhunkin tarkoitukseen. Mitä paremmin osataan ennustaa tulevaa tuotteiden kysyntää ja kun raaka-aineiden toimitusajat ovat pieniä, sitä pienemmällä varmuusvarastolla tullaan toimeen. (Logistiikan maailma 2015.)

Kausivarasto on sellainen varastotyyppi, jolla pidetään tuotanto tasaisena riippumatta kysynnän kausivaihteluista. Tällä tavalla voidaan välttyä ylitöiltä ja ylimääräisiltä lomautuksilta. (Logistiikan maailma 2015.)

Prosessivarasto on varastotyyppi, jota voidaan käyttää niin tuotannossa, kuljetuksissa kuin jakelussakin. Tällaisen varaston koko riippuu läpimenoaikojen ja kulutusnopeuksien arvoista. (Logistiikan maailma 2015.)

### 3.5 Varastointiolosuhteiden mukaiset varastolajit

#### Ulkovarastointi

Ulkovarastoinnissa tavara varastoidaan avoimella ulkokentällä tai katosten alla. Kustannukset ovat pienet, sillä varaston rakenteisiin on sijoitettu vähän rahaa, eikä energiaa kulu ylläpitoon. Huomioitavaa on, että kaikki tavarat eivät kestä ulkovarastointia, vaikka ne olisivatkin suojattu sateelta. Kosteus ja lämpötilan vaihteluista aiheutuva kondensio sekä auringon valo aiheuttavat pilaantumista monissa tuotteissa. Kustannussyistä kaikki ulkovarastointia kestävät tuotteet kannattaa kuitenkin varastoida ulkona. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 319.)

Ulkovaraston toimivuuden kannalta maaperän täytyy olla routimatonta ja kestää sille tulevat kuormitukset. Myös viemärointi täytyy olla kunnossa, jotta pintavedet saadaan poistettua. Alueen päällystäminen helpottaa työkoneiden liikkumista, puhtaanapitoa ja ehkäisee pölyn syntymistä. Talvea ajatellen lumen poisto on huomioitava. Varastopaikat kannattaa merkitä hyvin, jotta tavarat voidaan paikallistaa. Asiattomien pääsyn estämiseksi alueen aitaamista on syytä harkita. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 321.)

#### Lämmittämättömät varastot

Lämmittämättömät varastot tehdään useimmiten katettuina joko puu-, teräs- tai betonirunkoisina, varastohyllystöjä voidaan myös käyttää runkona. Tällaisissa varastoissa kustannukset tulee lähes ainoastaan rakentamisesta. Täysin suojassa oleva tavara on kuitenkin alttiina ilmankosteudelle. Suomessa ilman suhteellinen kosteus vuoden aikana on keskimäärin noin 80 %. Esimerkiksi puun kohdalla tämä voi tarkoittaa kosteuden lisääntymisen seurauksena tapahtuvaa muodonmuutosta tai homeen ilmestymistä, riippuen altistumisajasta. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 321.)

Koneellinen ilmankuivain tai ilmanvaihto tarjoaa laadukkaan ratkaisun, kun ilmankosteus halutaan pitää optimaalisena kylmissä halleissa. Ilmankuivaimilla varustetusta varastohallista saadaan kuivailmavarasto, jossa ilmankosteus on vuodenajasta riippumatta alhainen. Tietysti hallin edellytetään olevan riittävän tiivis, jottei kosteaa ulkoilmaa pääse liikaa hallin sisälle. Kuivailmavaraston rakennus- ja käyttökulut ovat huomattavasti pienemmät kuin lämpimillä varastoilla, koska eristystä ja lämmitystä ei tarvita. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 322.)

### Lämpimät varastot

Lämpimiin varastoihin varastoidaan sellaisia tavaroita, jotka eivät joko kestä alhaisia lämpötiloja tai niiden työolosuhteet vaativat tavarán olevan tietyssä lämpötilassa. Kosteus ei aiheuta yleensä vaurioita tavaroihin, kun varastolämpötila on talviaikana 6-10 astetta korkeampi kuin ulkona. Tällaisissa varastoissa pyritään kuitenkin pitämään 12-16 asteen lämpötilaa, mikä on otollinen fyysiseen työskentelyyn. Haittapuolena lämpimissä varastoissa voi olla liian kuivat olosuhteet ilman kostutinjärjestelmää ja kalliit käyttökustannukset. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 324.)

## 3.6 Varaston toiminnot

Kaikki varastotoiminta vaatii työntekijältä monipuolisia taitoja, kuten varastoitavan tavarán tuntemisen, tavarán ja koneiden käsittelytaidot, tietotyön hallitsemisen ja myös asiakkaan tarpeiden tunnistamisen. Varastotyö vaatii tekijältään oma-aloitteisuutta ja älykkyyttä toimia tehokkaasti sovittujen järjestelmien puitteissa. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 374.)

### Keräily

Keräily on varaston toiminnoista eniten aikaa vievä mutta tärkeä tehtävä. Sen seurauksena syntyy lähetyksiä asiakkaille. Keräily voi olla myös tuotteiden keräämistä ja kuljettamista varastosta tuotantoon. Keräilyn apuna tarvitaan keräyslista, joka voi olla joko perinteinen paperilista, keräilypäätellä näkyvä lista tai puheohjattu järjestelmä. Tärkeää on, että oikeaa tuotetta kerätään oikea määrä

ja asiakas saa tuotteen hyväkuntoisena käyttöönsä. (Hokkanen & Virtanen 2012, 34.)

Perinteisesti keräilyssä suurin työaika kuluu tavaran etsimiseen ja kuljettamiseen. Näiden aikojen minimointi onnistuu nykyään teknisten laitteiden kehittymisen ansiosta. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi tiedonkeruujärjestelmät ja trukkeihin sijoitettavat päätteet ohjelmineen ja viivakoodilaitteineen. Langattomat yhteydet antavat reaaliaikaisen mahdollisuuden seurata keräilyn edistymistä ja päivittää keräyslistoja. Puheohjaus ja RFID-teknologia ovat uusimpia keräilyn tehokkuutta lisääviä teknisiä laitteita. (Hokkanen & Virtanen 2012, 36–38.)

Tehokas keräily edellyttää sitä, että tuotteilla on osoitteet ja sitä kautta voidaan muodostaa sopivat keräysreitit. Usein kysytyjen tuotteiden sijainti tulisi olla lähellä, jotta turhaa kuljetusmatkaa voitaisiin välttää. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 378.)

Lisäarvopalvelujen voitaneen olettaa tulevaisuudessa lisääntyvän. Keräilyyn liittyvänä lisäarvopalveluna voi olla esimerkiksi jonkin tuotteen sahaaminen asiakkaan haluamaan mittaan. Tällainen työ vaatii keräilijältä enemmän ammattitaitoa, mutta toisaalta tuo vaihtelevuutta työhön. (Hokkanen & Virtanen 2012, 35.)

### Inventointi

Inventointi on varastossa olevien tuotteiden ja niiden määrien laskemista ja vertaamista varastokirjanpitoon. Inventoinnin tehtävä on varmistaa, että varastokirjanpito on ajan tasalla. Inventointi on tehtävä riittävän usein, jotta maksimi saldovirheitä ja tätä kautta tuotantokatkoksia ei pääse syntymään. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 385.)

Nykytekniikka mahdollistaa inventoinnissa tarvittavien tietojen saannin suoraan mukana kulkevalle päätteelle, jolla voidaan lukea tehokkaasti esimerkiksi viivakoodi- tai RFID-tunnisteita. Tällöin inventointi voidaan suorittaa tuotannon ollessa käynnissä. (Hokkanen & Virtanen 2012, 70.)

Jatkuvassa inventoinnissa tavaran määrä tarkastetaan aina otettaessa kyseistä tavaraa. Vuosi- ja puolivuosi-inventaariossa varastopääoma tarkastetaan



kirjanpitolain mukaisesti. Nollainventaariossa tavarán määrä tarkistetaan varastopaikan tyhjentyessä tai varastosaldon näyttäessä nollaa.

Ristiinininventoinnissa varastoalue jaetaan kahteen osaan ja kaksi inventoijaa inventoi omat alueensa, jonka jälkeen vaihtavat alueensa keskenään. Näin inventoimalla varmistetaan kahteen kertaan varastosaldojen todellisuus.

Osainventoinnissa inventoidaan jokin tietty varaston osa. (Hokkanen & Virtanen 2012, 68-69.)

### 3.7 Varastonohjaus

Varastonohjaukselle on ainakin kaksi määritelmää. Ensimmäinen määrittelee varastonohjauksen olevan toimintaa, jolla tasapainotetaan toimituskyky, kustannukset ja laatu siten, että yritys ja asiakas saavat parhaan lisäarvon (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 201.). Toisen määritelmän (Hokkanen & Virtanen 2012, 72.) mukaan varastonohjaus käsittää yksinkertaisesti varastojen materiaalivirtojen ohjauksen ja pääoman hallinnan.

Kustannuksien eli sidotun pääoman on oltava mahdollisimman pieni, mutta kuitenkin sen verran suuri, jotta toimitusvarmuus säilyy (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 201.). Tämä onnistuu suurella työmäärällä ja korkeilla varastotasolla. Varastotasoa alentamalla saadaan varaston kiertoa nopeammaksi ja sidottua pääomaa pienemmäksi. Voidaan huomata, että toimivassa varastonohjauksessa kolme osatekijää (KUVIO 5.), varastotaso, saatavuus ja käytetty työmäärä täytyvät olla tasapainossa keskenään. (Hokkanen & Virtanen 2012, 73.)



KUVIO 5. Varastonohjauksen osatekijät tasapainossa (Hokkanen & Virtanen 2012, 73.)

#### Materiaalitarvelaskenta

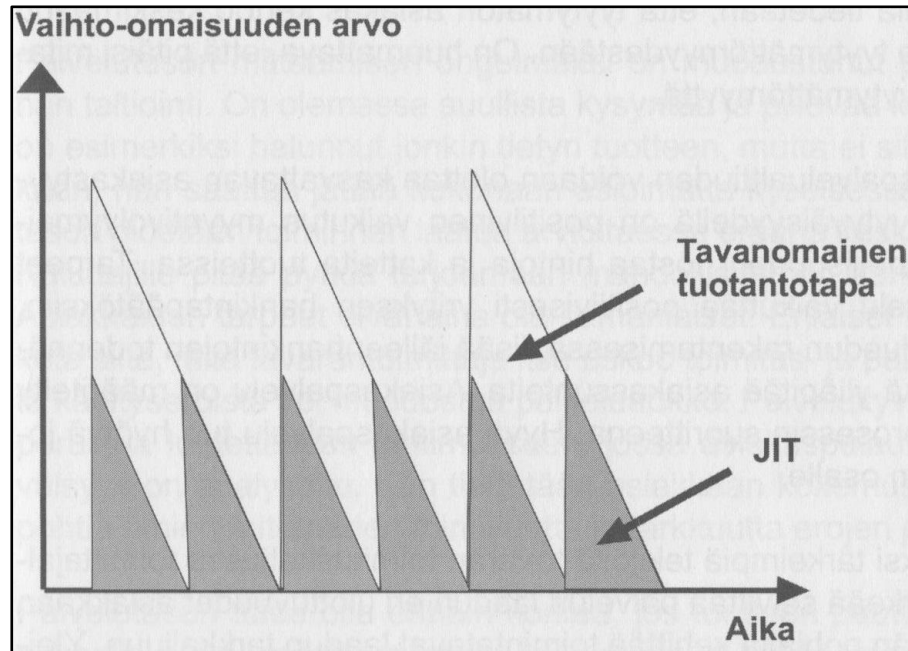
MRP (Material Requirements Planning) on (Hokkanen & Virtanen 2012, 80 mukaan) vanhin ohjelmatyyppi, jossa tuotantoaikataulu lasketaan tilausten ja myyntiennusteen mukaan. Eli pyritään ennakoimaan materiaaltarve, jolloin materiaalin kulku tehdään keskitetysti ja tavarat ikään kuin työnnetään seuraavaan vaiheeseen (Sakki 2009, 128.). Avainkohtina materiaaltarvelaskennassa ovat varastosaldo, tuotteen rakenne ja karkeasuunnittelu. Tuoterakennetta voidaan käyttää hyödyksi, jos useissa tuotteissa käytetään samoja raaka-aineita.

Osaluettelon ja aikataulun mukaan muodostetaan materiaaltarve, jota verrataan varastosaldoon. Näiden erotuksesta nähdään, paljonko materiaalia täytyy hankkia lisää. (Hokkanen & Virtanen 2012, 80.) Materiaaltarvelaskennan ongelmana voi olla tuotteiden muuttuvat rakennetiedot (Sakki 2009, 128.).

#### Imuohjaus

Työntöohjauksen vastakohta on imuohjaus, johon sovelletaan JIT (Just In Time) tuotantotapaa. Suomen kielessä tämä taipuu sanaan JOT (Juuri Oikeaan Tarpeeseen). Perimmäisenä ajatuksena on pitää varastointikulut ja -määrät pieninä, sekä samalla parantaa työn kannattavuutta ja laatua. Varastoilla ei pyritä peittämään virheitä, vaan laadun on oltava hyvää, sillä varastossa ei ole ylimääräisiä virheellisten tuotteiden korvaajia. Näin varastoon sidottua pääomaa

(KUVIO 6.) voidaan pienentää tiheämmällä täytöllä. Varastoja täytetään vasta, kun varastotaso on laskenut minimiin ja seuraavassa valmistusvaiheessa tarvitaan tuotetta. (Hokkanen & Virtanen 2012, 80.) Tämä edellyttää toimiakseen alihankkijoiden ja muiden toimijoiden joustavaa yhteistyötä sekä lyhyitä kuljetusetäisyyksiä (Sakki 2009, 108).



KUVIO 6. Vaihto-omaisuuden arvon suuruus kahdella eri ohjausperiaatteella (Hokkanen & Virtanen 2012, 81.)

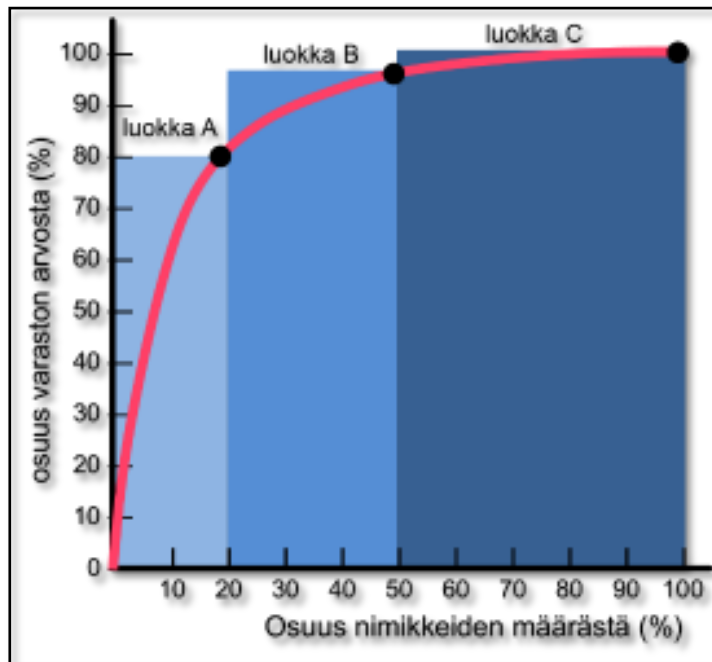
### ABC-analyysi

ABC-analyysin avulla voidaan kuvata tuotteiden lukumäärän ja niiden menekin epäsuhtaa, minkä seurauksena varastotasot voidaan optimoida sopiviksi (Sakki 2009, 89.). Nimikkeiden luokittelu ABC-analyysin avulla on tunnetuin ja myös käytetyin tapa, koska se on tehokas ja sen toteuttaminen on helppoa. Usein suuria nimikemääriä varastoivissa yrityksissä on havaittu hyvin pienen osan nimikkeistä muodostavan suurimman osan myyntituotoista. Suurin jäljelle jäävä osuus nimikkeistä muodostaa vastaavasti erittäin pienen osan myyntituotoista. (Hokkanen & Virtanen 2012, 74.)

ABC-analyysissa tuotteet luokitellaan A-, B- ja C-luokkiin. A-luokan tuotteita pyritään seuraamaan päivittäin, B-luokan tuotteita noin viikon välein ja C-luokan tuotteita harvemmin. Analyysissä pyritään löytämään taloudellisesti tärkeimmät

nimikkeet, jotta niiden ohjaukseen voitaisiin keskittyä paremmin. Sen avulla saatavuus saadaan varmistettua ja varastointikustannukset pienemmiksi. Menetelmän avulla saadaan selville myös sellaiset tuotteet, jotka eivät liiku lainkaan ja joiden varastoimisen tarvetta on syytä harkita. (Hokkanen & Virtanen 2012, 74–75.)

Varaston arvo määritetään nimikkeiden mukaan siten, että niille saadaan rahallinen arvo myynnin mukaan ja lasketaan sen osuus varaston kokonaisarvosta. Näin saadaan nimikkeet järjestykseen aina suurimmasta pienimpään. ABC-analyysin tulos muodostaa hyvin usein Pareto-kuvaajan (KUVIO 7.) muodon. (Hokkanen 2012, 74.) Paretoajattelun mukaan 20 prosenttia nimikkeistä muodostaa 80 prosenttia yrityksen myynnistä (Sakki 2009, 90).



KUVIO 7. Pareto-kuvaaja kumulatiivisesta myynnistä (Lean Forward Oy 2015.)

On huomioitavaa, että tuotteet luokitellaan analyysissä ainoastaan niiden myynnin tai kulutuksen mukaan. Jokin tuote voi olla myynnin määrällä mitattuna pieni, mutta silti joillekin asiakkaille tärkeä. (Sakki 2009.) Yksi luokittelukriteeri ei aina riitä näyttämään kaikkia tuotteen tärkeitä ominaisuuksia. Eri luokittelukriteerejä voidaan yhdistää, mutta käytännössä niitä voi olla kaksi tai kolme, jottei luokittelusta tule liian monimutkaista. Jos kriteerejä on paljon, niitä täytyy priorisoida ja ryhmitellä. (Hokkanen & Virtanen 2012, 75.)

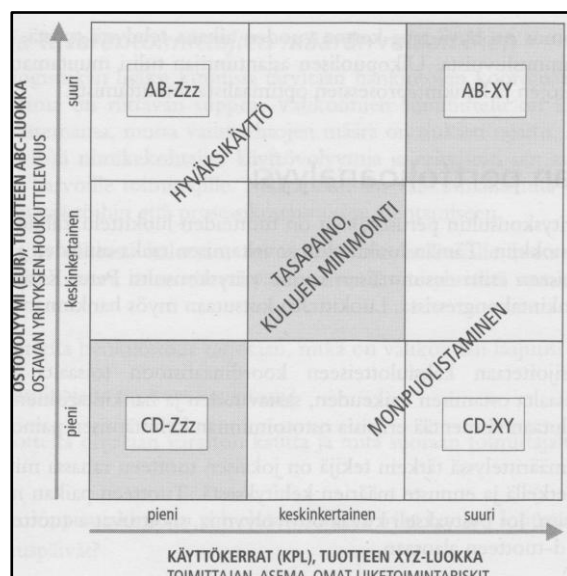
”Luokittelukriteereinä voi olla esimerkiksi:

- myyntiin vaikuttavat tekijät: myyntivolyymi, toimitusten varmuus, puutekustannus, nimikkeen kustannus, saatavuuden varmuus, kappalemääräinen kysyntä ja kysyntätyyppi
- varastointiin vaikuttavat tekijät: vanhenemisriski, varastointikustannus, tuotteen fyysinen koko, tilauserän koko ja kysynnän jakautuminen
- muita tekijöitä: tuotteen yleisyys, tuotteen korvattavuus, niukkuus ja kulutuskestävyys” (Hokkanen & Virtanen 2012, 75.)

### XYZ-analyysi

XYZ-analyysi on muunnos ABC-analyysistä, tässä tuotteet luokitellaan myynnin tai kulutuksen tapahtumamäärien perusteella. Lopputuloksena saadaan myös 20/80-säännön mukainen kuvaaja. Molemmat analyysit täydentävät toisiaan, mutta XYZ-analyysia käytetään erityisesti tavarankäsittelyn kehittämiseen, esimerkiksi varastopaikkojen määrittämiseen. (Sakki 2009, 96.)

Analyysien yhdistäminen nelikenttaluokitteluksi (KUVIO 8.) antaa tiedon erittäin tärkeistä tuotteista. Näitä tietoja voidaan käyttää myynnin ja hankintojen suunnittelussa. Luokkia on neljä eli abxy-tuotteet, abz-tuotteet, xyc-tuotteet ja cz-tuotteet. (Sakki 2009, 97.)



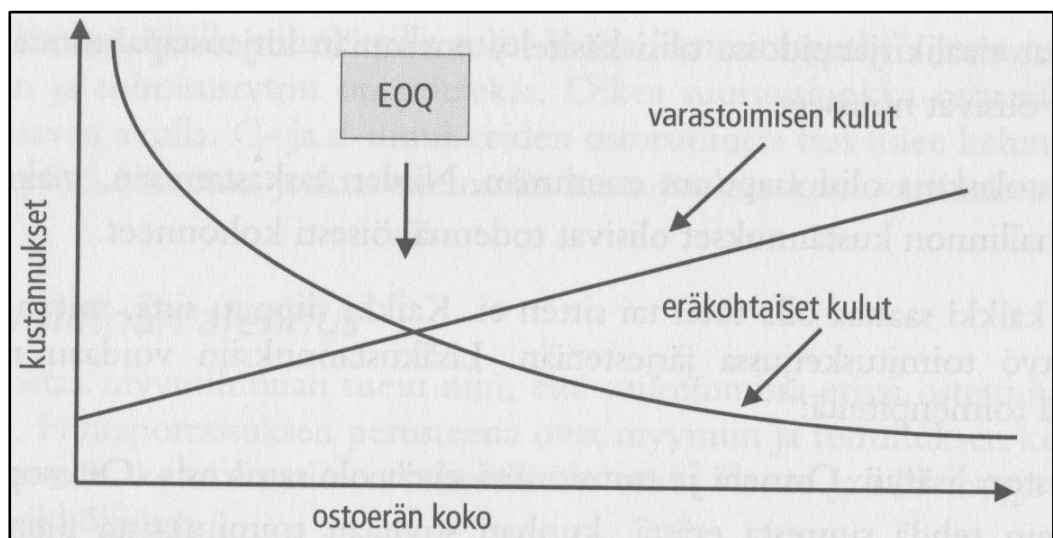
KUVIO 8. ABC- ja XYZ-analyysien nelikenttaluokittelu (Sakki 2009, 198.)

### 3.8 Kustannukset

Suurimmat logistiikan kustannukset syntyvät varastoinnista, joka käsittää puolet logistiikan kustannuksista. Varastoinnin kokonaiskustannukset jakautuvat muuttuviin (1/3) ja kiinteisiin (2/3) kustannuksiin (Hokkanen & Virtanen 2012, 162). Varaston kustannuksista henkilöstökustannukset ovat yli puolet ja loput jakautuvat rakennuksien, tonttien, koneiden, laitteiden, varastokalusteiden sekä IT-ohjelmistojen kesken. (Logistiikanmaailma 2015.)

Muuttuvat kustannukset muodostuvat vaihto- ja rahoitusomaisuudesta (Hokkanen & Virtanen 2012, 163). Näitä voidaan pienentää esimerkiksi optimoimalla eräkoot sopiviksi. Liian suuri erä koko aiheuttaa suuret varastokulut ja liian pieni erä koko aiheuttaa suuret hankintakustannukset, joten sopiva erä koko löytyy näiden välistä. Optimierä EOQ (Economical Order Quantity) (KUVIO 9.) voidaan laskea Wilsonin laskukaavalla, jossa D on vuosimenekin arvio, TK on toimituserän kustannus, H on tuotteen yksikköhinta ja VK on varastoimisen vuosikustannus. Huomioitavaa ovat laskukaavassa käytettävät arviot, joiden myötä tulos on aina likiarvo. (Sakki 2009, 116.)

Wilsonin kaava:  $EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot TK}{H \cdot VK}}$  (Sakki 2009, 116.)



KUVIO 9. Optimierä EOQ muodostuu varastoimisen ja eräkohtaisten kulujen leikkauskohdasta. (Sakki 2009, 117.)

#### 4 TIETOJÄRJESTELMÄT

Varaston toiminnan tehokkuuden ja laadun perusedellytyksenä on hyvä ja toimiva tietokantoihin perustuva tietojärjestelmä. Tietojärjestelmä voi koostua eri ohjelmista, mutta se on usein kytketty yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään (KUVIO 10.). Tietokannoista löytyy mm. tuotteita ja niiden varastointia, ostamista, asiakkaita sekä yhteistyökumppaneita koskevia tietoja, joita eri ohjelmat voivat käyttää lähtötietoinaan. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 386–387.)



KUVIO 10. Varastoprosessin kuvaus (Hokkanen & Virtanen 2012, 86.)

Saapuvalle tavaralle voi olla varastossa reservipaikat, joten tietojärjestelmä ehdottaa sopivaa varastopaikkaa tuleville tavaroille. Jos tuotteelle ei ole reservipaikkaa, niin varastotyöntekijä laittaa sen parhaaksi katsomaansa paikkaan ja ilmoittaa järjestelmään osoitteen, jolloin varastokirjanpito päivittyy. Keräilyssä asiakastilaukset muutetaan keräysmääräyksiksi ja järjestelmä listaa tuotteet keräysreitien mukaiseen järjestykseen. Varastokirjanpito ja asiakastoimitus päivittyvät, kun keräystapahtuma tietoineen kuitataan suoritetuksi. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 387.)

Reaaliaikainen varastotapahtumien ja -tietojen saanti mahdollistaa osaltaan varmuusvarastojen ja sidotun pääoman pienentämisen (Hokkanen & Virtanen 2012, 121.). Suuri osa varastotyöstä kuluu informaation käsittelyyn. Tuotetietojen syöttäminen tietojärjestelmään on luotettavuuden kannalta ratkaisevan tärkeä

työvaihe, sillä virheet maksavat myöhemmin monissa asioissa. Tiedot voidaan syöttää joko näppäimistöllä kirjoittamalla, kuittaamalla kuvakkeen tai lukemalla esimerkiksi viivakoodin. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 388.)

#### 4.1 Automaattisen tunnistuksen teknologiat

##### 4.1.1 Viivakoodi

Viivakoodi on automaattisista tunnistustekniikoista yleisin. Siinä numeroita ja kirjaimia esitetään optisesti luettavassa muodossa mustina ja vaaleina erilevyisinä viivoina. Viivojen korkeudet eivät lisää informaatiota. Viivakoodityyppejä on olemassa satoja erilaisia, joista vain muutamaa käytetään laajemmin. Suomessa eniten käytettyjä viivakoodityyppejä ovat Code 39, Code 128 ja EAN-13. Näiden lisäksi Interleaved 2 of 5 on paljon Suomessa käytetty viivakoodityyppi. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 389.)

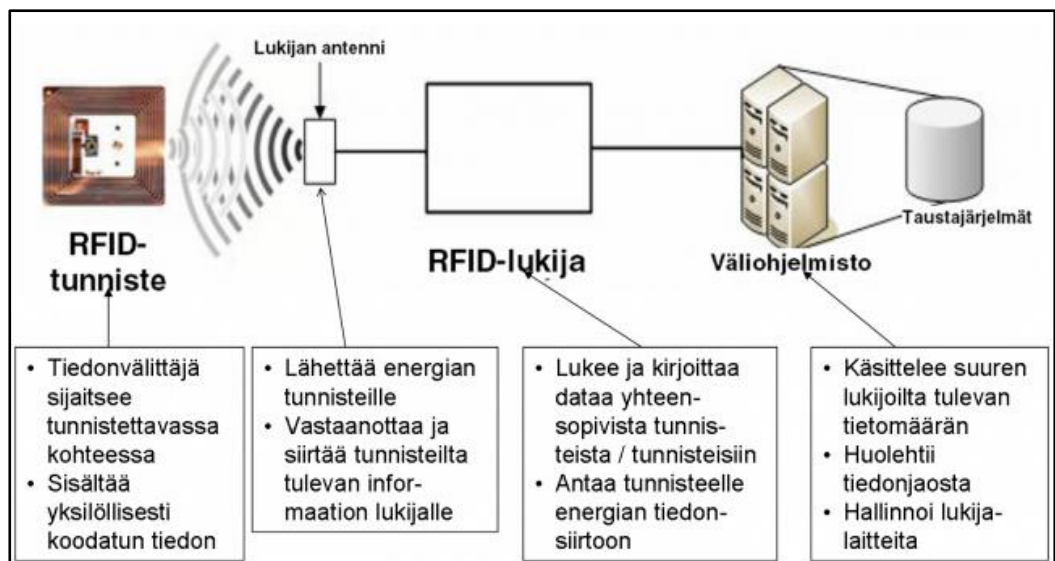
Lähes kaikista vähittäiskaupan tuotteista löytyvä EAN-koodi on kuluttajille tunnetuin viivakoodi, johon Suomessa myöntää valmistuttajanumerot EAN-Finland Oy. Koodityypistä 128 on olemassa kolme eri versiota: A, B ja C. Code 128A sisältää standardin mukaiset isot kirjaimet, numerot sekä kontrolli- ja erikoismerkit. Code 128B sisältää edellisten lisäksi myös pienet kirjaimet, mutta Code 128C sisältää ainoastaan numerot. Näihin koodeihin voidaan pakata tiiviisti paljon informaatiota, ja siksi nämä on käytettyjä mm. pankeissa, kaupoissa ja teollisuudessa. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 389–390.)

Viivakoodinlukijoina voivat olla esimerkiksi laser- ja kameralukijat. Molemmat lukijat voivat olla joko kiinteästi asennettuina tai käsimalleina. Lukijan lisäksi tarvitaan sovellus tulkitsemaan lukijalta saatu koodi järjestelmälle. Teollisuudessa lukija voidaan liittää prosessin ohjauslogiikan yhteyteen. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 231.)



#### 4.1.2 RFID-tekniikka

RFID -teknologiaa (Radio Frequency Identification) voi verrata viivakoodiin, sillä molemmissa on tunnistekoodi, johon sisällytetään tietoa. RFID-tunnisteen lukeminen langattomasti radioaaltojen avulla ei vaadi näköyhteyttä, kuten viivakoodin lukeminen. Niinpä RFID soveltuu hyvin myös pölyisiin ja likaisiin olosuhteisiin (RFID Lab Finland ry 2015). RFID-tunnisteita voidaan lukea useita yhtä aikaa, ja lukualue on suurempi kuin viivakoodilla. RFID-järjestelmä (KUVIO 11.) koostuu tunnistuksista, lukulaitteista ja tiedon muuntavista taustaohjelmista. RFID-tunnisteille on oma EPC-koodi (Electronic Product Code), jonka avulla tuotteet yksilöidään. Koodi voi olla joko 96- tai 64-bittinen tunnistekoodiin tallennettava koodi. Esimerkiksi 96-bittistä koodia voi käyttää 268 miljoonaa eri yritystä omalla tunnistenumeroillaan, ja jokainen yritys voi pitää yllä 16 miljoonaa tuoteryhmää, joihin jokaiseen sisältyy 68 miljoonaa sarjanumeroa. (Hokkanen & Virtanen 2012, 89-91.)

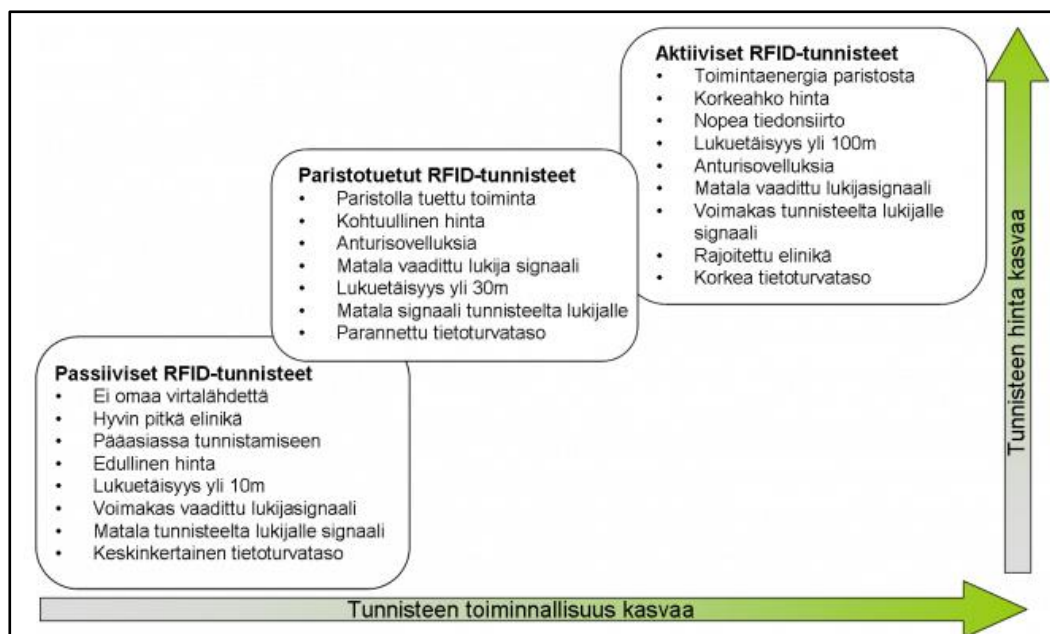


KUVIO 11. RFID-järjestelmään tarvittavat komponentit (RFID Lab Finland ry 2015.)

Taajuusalueet RFID-järjestelmille ovat LF- (Low Frequency), HF- (High Frequency), UHF- (Ultra High Frequency) ja mikroaaltotaajuudet. LF- ja HF-taajuudet keskustelevat induktiivisen kytkennän avulla ja UHF- ja mikroaaltotaajuudet keskustelevat radioaalloilla. LF -taajuutta (125 kHz) käytetään lähinnä kulunvalvonnassa ja eläintunnistuksessa. HF -taajuusalueen

standarditaajuus on 13,56 MHz, joka on vapaasti käytettävä taajuus kansallisesti. Käytännössä HF -taajuudella tunnistusetaisyys on puolesta metristä metriin. Mikroaallot toimivat yleensä taajuudella 2,4 GHz, ja niitä käytetään tietulleissa aktiivisilla tunnisteilla. UHF -taajuusalueet vaihtelevat eri puolilla maailmaa, Euroopassa sallittu taajuusalue pyörii 869 MHz:n lähetyvillä. UHF -taajuudella toimivat järjestelmät ovat kohtalaisen uusia ja soveltuvat nimenomaan logistiikkaan. Viestintävirasto kontrolloi Suomessa käytettäviä taajuusalueita. (RFID Lab Finland ry 2015.)

RFID-tunnisteita on olemassa passiivisia, semipassiivisia ja aktiivisia (KUVIO 12.). Nämä eroavat viivakoodista siten, että niiden sisältämää tietoa mahtuu enemmän ja sitä voidaan muuttaa. Tunnisteeseen mahtuu tietoa muutamasta tavusta muutamaa kilotavuun riippuen standardista. Niiden fyysinen koko on hiekanjyvän ja postikortin väliltä joko tarran, kortin tai napin muodossa. (RFID Lab Finland ry 2015.) Aktiivisilla tunnisteilla signaalin lähety tapahtuu pariston avulla, kun passiivisilla tunnisteilla lähetyvirta tulee lukulaitteen radioaallostaa. Aktiiviseen tunnisteeseen voidaan kirjoittaa useita kertoja tietoa, ja sen muistikapasiteetti on suurempi kuin passiivisella. (Hokkanen & Virtanen 2012, 90-91.) Tunnisteiden hinnat ovat 0,06 – 5 euroa kappaleelta riippuen standardista ja tunnistetyypistä (RFID Lab Finland ry 2015).



KUVIO 12. Tunnisteiden ominaisuuksia (RFID Lab Finland ry 2015.)

RFID-tunnisteella varustettuja tuotteita voidaan seurata koko toimitusketjun ajan edellyttäen, että eri pisteisiin on asennettuna RFID-lukijat. Myös varastoissa voidaan seurata tuotteen sijaintia edellyttäen, että kaikissa mahdollisissa varastopaikoissa on lukijat, jotka tunnistavat tuotteen olevan paikalla. Trukkikuski voi siirtää tuotteen paikasta toiseen, ja osoitetieto muuttuu automaattisesti ilman, että täytyy lukea viivakoodia tai tehdä toimintoja. (Hokkanen & Virtanen 2012, 91.) RFID-järjestelmän avulla voidaan siis automatisoida monia manuaalisesti suoritettavia toimintoja, kuten vastaanottokirjaukset, raportointi ja paikkatieto (RFID Lab Finland ry 2015).

#### 4.1.3 Puheohjaus

Puheohjausjärjestelmän ansiosta käyttäjän kädet ja silmät ovat vapaana tuottavaan työhön. Näin ollen keräilijä kykenee keräämään monia eri tilauksia samanaikaisesti, jolloin tuottavuus paranee ja prosessi nopeutuu. Samaan aikaan laatu paranee sen myötä, kun reklamaatiot ja keräilyvirheet vähenevät. (Logistiikanmaailma 2015.) On kuitenkin huomioitavaa, ettei puheentunnistus ole vielä täysin virheetöntä, joten sovellusten täytyy olla yksinkertaisia ja sietää virheitä (Hokkanen & Virtanen 2012, 94).

”Puheentunnistus perustuu kontekstisidonnaisten äänteiden eli allofonien etsimiseen puhesignaalista.” Puheohjauksessa sovellus antaa käskyjä, jotka käyttäjä täyttää. Laite ja käyttäjä kommunikoivat vuorollaan omat kehotteensa eli laite antaa tehtävän ja käyttäjä kuittaa suorituksen laitteelle omalla puheella ja siitä muodostuu dialogi. Logistiikkaan suunnitelluista puheohjausjärjestelmistä melkein kaikki ovat käytössä varastoissa, jossa puolestaan yleisin sovellus on keräily. Olemassa on myös muita sovelluksia, kuten esimerkiksi vastaanotto, hyllytys, pakkaus ja inventointi. (Hokkanen & Virtanen 2012, 94.)

## 4.2 Logistiikan telematiikka

Telematiikka käsittää tiedonsiirron ja tietojen käsittelyn. Tämä pitää sisällään tekniset laitteet (KUVIO 13.) ja ohjelmistot, sekä tieto- ja tiedonsiirtoverkot.

Telematiikka mahdollistaa ajoneuvojen seurannan ja työskentelyn ajoneuvosta käsin. Nämä perustuvat usein paikannusjärjestelmiin, matkapuhelinverkkoihin tai paikalliseen langattomaan verkkoon. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 122,125.)



KUVIO 13. Ajoneuvopääte (Ruggedpcreview 2015.)

GSM (Global System for Mobile Phones) on maailmanlaajuinen matkapuhelinjärjestelmä. Nykyään GSM-verkot ovat kehittyneet monipuolisiksi tiedonhallintaverkoiksi. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 225.)

WLAN (Wireless Local Area Network) on paikallinen langaton verkko, jonka avulla esimerkiksi varastotrukki on langattomassa yhteydessä yrityksen tietojärjestelmään. WLAN-verkon kantavuus ulottuu ainoastaan kymmeneen metreihin, joten toiminta-alue on rajoitettu. Suurempia kantavuuksia tarvittaessa voidaan käyttää 3G-verkossa toimivaa WWAN (Wireless Wide Area Network) -yhteyttä. Tällöin kantamassa ei ole muuta rajoitusta kuin pysyä operaattoriverkon sisällä. Tällainen 3G- tai HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) -

yhteyteen perustuva tiedonsiirto soveltuu hyvin esimerkiksi laajalla ulkovarastoalueella toimivalle trukille. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 231-232.)

RTLS (Real Time Locating Systems) on sisätilapaikannusjärjestelmä, joka liitetään LAN-verkkoon. Paikannettavat esineet tai henkilöt merkitään tageilla, jotka lähettävät signaalin valvontalaitteelle tietyin välein. Järjestelmää voidaan käyttää esimerkiksi arvokkaiden työkalujen paikantamiseen varastossa, varastonhallintaan tai vierailijoiden seurantaan, jotteivät nämä mene kielletyille alueille. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 234.)

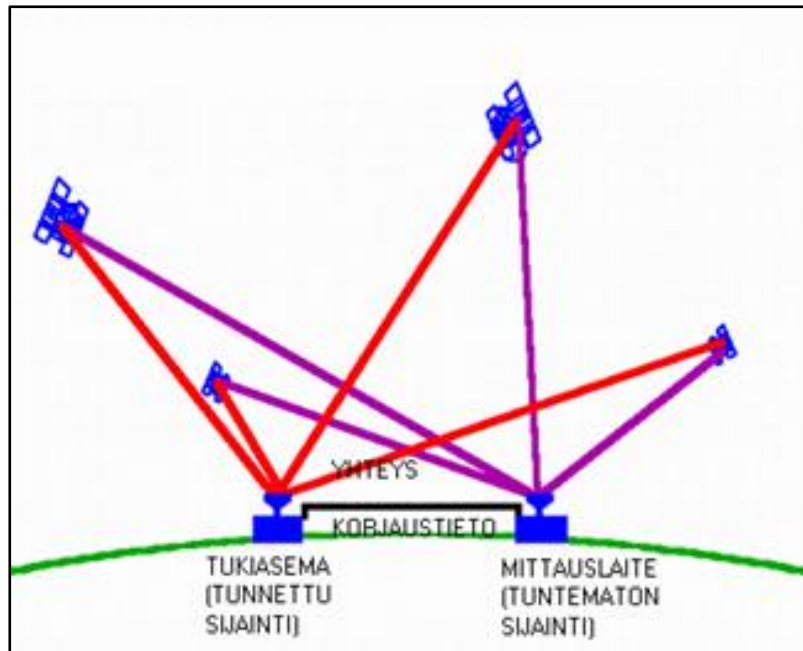
#### GPS (Global Positioning System)

Yhdysvaltojen puolustusministeriön sotilastarkoitukseen kehittämä satelliittiperusteinen paikannusjärjestelmä, johon tehtiin myös siiviilikäyttöön tarkoitettu osa. Järjestelmä koostuu 24 satelliitista, joista näkyy samanaikaisesti 6 - 12 satelliittia. Paikannus tapahtuu näiden satelliittien etäisyyksien perusteella suhteessa toisiinsa ja vastaanottimeen. (Huhtinen & Hyttinen 2015.)

Absoluuttiseksi paikannukseksi kutsutaan yhdellä laitteella tapahtuvaa paikannusta, jolloin laite lähettää signaalin satelliiteille. Signaalin kulkuajan perusteella laite laskee etäisyydet ja paikan, jolloin paikannustarkkuus on alle kymmenen metriä, sijainnista riippuen voi vaihdella. (Maanmittauslaitos 2015.)

#### DGPS (Differential Global Positioning System)

Differentaali GPS:n paikanmääritys perustuu differentiaalikorjaukseen (KUVIO 14.), jonka ansiosta paikannustarkkuus on parempi kuin absoluuttisessa paikannuksessa. Paikannettava laite lähettää satelliiteille signaalin, josta saadaan etäisyydet. Tämän lisäksi laite vertaa sijaintia tunnettuun pisteeseen, jonka avulla saadaan tarkempi sijainti. Differentiaalikorjauksen ansiosta paikannustarkkuus on puolesta metristä viiteen metriin. (Maanmittauslaitos 2015.)

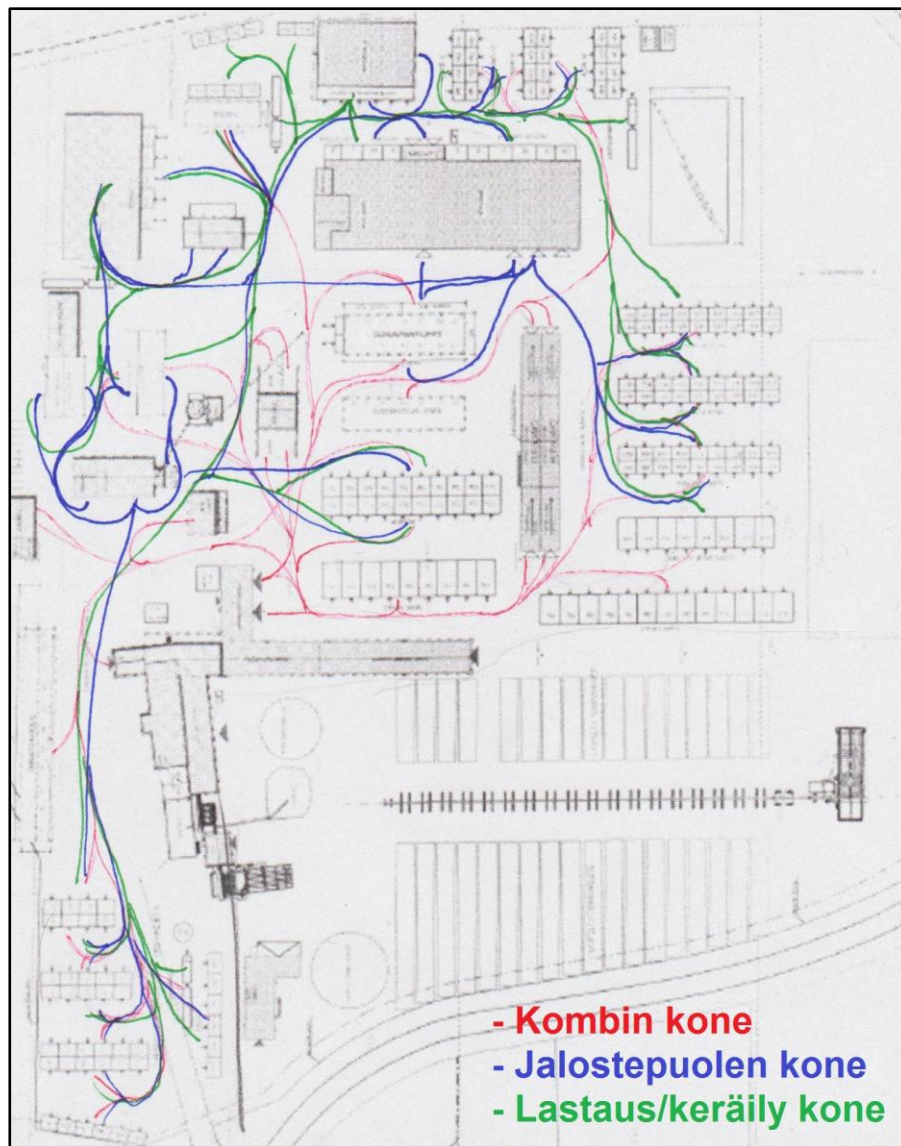


KUVIO 14. DGPS:n korjaus perustuu tunnettuun pisteeseen (Huhtinen & Hyttinen 2015.)

## 5 SELVITYSOSIO

### 5.1 Nykytilanne

Sisäisen logistiikan nykytilanne yrityksessä ei vastaa riittävästi tämän päivän haasteisiin. Suurimpana ongelmana pidetään tavaroiden etsimistä varastoista. Syyt ilmiöön ovat inhimillisiä, sillä joissain tapauksissa paketti on unohtunut poistaa varastotietokannasta, vaikka se olisi jo mennyt tuotantolinjan läpi. Tästä kun ei aina ole varmuutta, joutuvat trukkikuskit varmuuden vuoksi tarkastamaan varastot aina uudelleen. Toinen asia ovat paketit joiden sijaintia ei tiedetä, mutta niiden osoitetieto on jonkun toisen trukkikuskin omassa muistissa.



KUVIO 15. Trukkien toiminta-alueet saha-alueella



Koska varastoitavat määrät ovat suuria, ei trukkikuskit aina muista kaikkien pakettien osoitteita ulkoa, vaan joutuvat etsimään oikeita paketteja laajalta varastoalueelta ja kyselemään osoitteita jopa toisen vuoron trukkikuskeilta. Helpotusta ei tuo myöskään se, että trukkien toiminta-alueet (KUVIO 15.) menevät ristiin, jolloin varastojärjestyksessä on useampia muuttujia. Nämä aiheuttavat paljon turhaa työtä, mikä luonnollisesti syö trukkikuskien motivaatiota.

Varastopaikkoihin on kyllä ohjeistusta, jossa on karkeasti jaoteltu mille alueille mitäkin tuotetta varastoidaan. Tuotteet pyritäänkin varastoimaan ohjeiden mukaan, mutta suurien erien kohdalla eivät kaikki paketit useinkaan mahdu samalle pohjalle, vaan joudutaan varastoimaan erillään suuresta erästä. Yleensä nämä erillään olevat paketit ovat niitä etsityimpiä. Etenkin varastoitavien määrien kasvaessa liian suuriksi, jokainen pohja on lähes täysi. Tällöin trukkikuskien aika ei muun työn ohella riitä pitämään varastoja hyvässä järjestyksessä. Tästä seuraa jatkuva oravanpyörä, jossa paketit joudutaan laskemaan ensimmäiselle pohjalle missä on tilaa.

Puutavaran varastoimiseen tarkoitettuja katos- ja hallipaikkoja on rajoitettu määrä, joten suurin osa varastopaikoista on ulkovarastoja. Ulkovarastoinnissa paketit on kääritty suojamuoviin, mutta ne ovat silti heikoimmassa asemassa sääolojen suhteen verrattuna katos- tai hallipaikkoihin. Lumisena ja pimeinä aikoina etsintään kuluva aika erityisesti ulkovarastoissa kasvaa entisestään, sillä osittain huonon valaistuksen sekä jään ja lumen peittämien pakettikorttien takia etsiminen on todella työlästä ja hermoja kuluttavaa. Ongelmana on ollut myös se, että kaikki kuivat rimatapulit eivät mahdu niille tarkoitettuihin katoksiin, vaan tapuleita on jouduttu varastoimaan sahatavaranipuille tarkoitetuissa katoksissa, minkä seurauksena sahatavaranipuille jää entistä vähemmän katostilaa.

Yksi sisäisen logistiikan haasteista etenkin kylminä aikoina ovat maalaamoon menevät tuotteet. Puutavaran pitäisi olla lämmintä, jotta pintakäsittely onnistuisi riittävän hyvin. Lämmintä varastotilaa ei yrityksellä erikseen ole, vaan ainoat lämpimät tilat puutavaralle ovat heti nosto-ovien takana olevat kuljettimet, joille nostetaan puutavarapaketti odottamaan tuotantolinjaan syöttöä.



Nykyään trukkikuskeilla on myös paljon erilaisia keräilylistoja ja muistilappuja ohjaamon täydeltä. Niiden selaamiseen ja hallitsemiseen menee oma aikansa, sillä osa tuotteista on pituuserittelyn takia kahdella eri listalla. Taukotilan ovenpielessä on lokero, josta trukkikuskit vaihtavat valmiit keräilylistat uusiin. Työnjohto noutaa listat ja kirjaa tiedot tietokantaan sekä laatii uudet keräilylistat. Nykytilannetta voidaan parantaa merkittävästi karsimalla tuottamatonta työtä.

## 5.2 Projektin tavoite

Tässä projektissa on tavoitteena etsiä kehityskohteita ja -työkaluja yrityksen sisäiseen logistiikkaan. Tuottamatonta työtä tehdään paljon, ja sen vähentämiseksi työssä on tarkoitus selvittää erilaisten apulaitteiden ja järjestelmien soveltuvuutta yrityksen sisäisen logistiikan tueksi. Lisäksi selvitetään suuntaa antavia kustannusarvioita mahdollisille investoinneille.

Konkreettisesti tavoitteena on esittää järkevä kokonaisratkaisu, jonka avulla vähennetään etsintsimiseen kuluva aikaa eli tuottamatonta työtä. Lisäksi tavoitteena on esittää, miten saadaan trukkikuskeille jaettavaa paperimäärää pienemmäksi ja tämän seurauksena myös työnjohdon tuottamatonta työtä vähemmäksi.

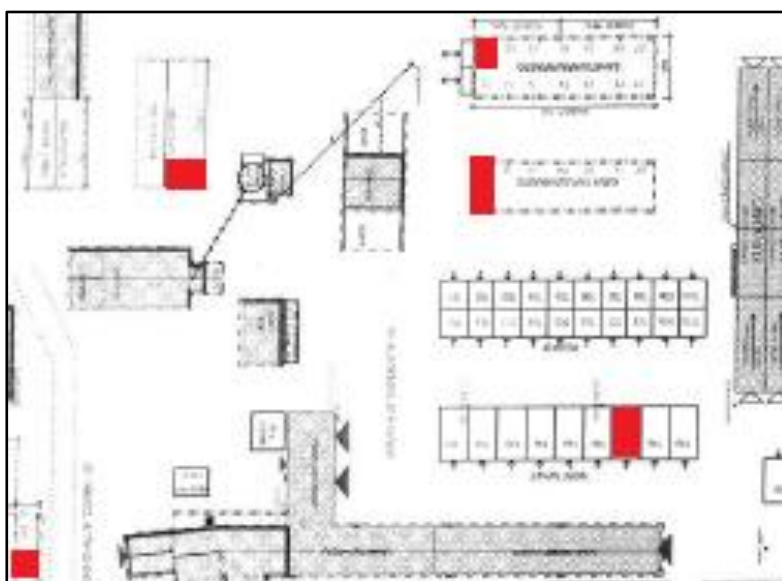
## 5.3 Varastohallintajärjestelmävaihtoehdot

Seuraavissa vaihtoehdoissa on esitelty joitakin varastohallintajärjestelmiä. Eri järjestelmätoimittajia on lukuisia määriä, joten olen selvittänyt karkeasti kolmen toimittajan ohjelmien soveltuvuutta yrityksen sisäiseen logistiikkaan. Kaikkien ohjelmien toimittajilla oli puualaan liittyvää kokemusta ja referenssejä, toisilla enemmän ja toisilla vähemmän. Ohjelmien lisäksi on selvitetty eri tunnisteratkaisuja, joiden hintatiedot on liitetty aina jonkin ohjelman kanssa samaan taulukkoon. Tämä ei tarkoita sitä, etteikö niitä voitaisi käyttää toisen ohjelmiston kanssa. Hintatiedot ovat suuntaa-antavia ja ne on selvitetty tuotteiden toimittajilta sekä osin internetistä, osa useammasta paikasta.

### 5.3.1 Vaihtoehto 1. Paikannukseen perustuva järjestelmä + viivakoodi

Järjestelmä koostuu trukkipäätteistä, niihin asennettavasta ohjelmasta ja GPS-paikantimista. Ohjelma kuuluu lisäosana toiminnanohjausjärjestelmään, mutta se voidaan integroida myös muihin toiminnanohjausjärjestelmiin. Järjestelmä toimii ilman automaattista tunnistusta, mutta siihen voidaan liittää esimerkiksi viivakooditunnistus. Ohjelmassa on pakettien osoitejärjestelmä ja työlista, johon työnjohto voi omasta näkymästään antaa mm. keräys- ja lastausohjeita. Osoitejärjestelmä antaa tiedon, mille pohjalle ja mihin kohtaan pohjaa paketti on varastoitu. Ohjelma ei vaadi reaaliaikaista yhteyttä, vaan päivittyy aina trukin ajaessa kuuluvuusalueelle.

Ohjelma toimii siten, että trukinkuljettaja kuittaa puutavarapaketin kyytiin otetuksi joko valitsemalla kyseisen varastopohjan tiedoista oikean paketin tai esimerkiksi viivakoodin avulla. Seuraavaksi trukikuski siirtää paketin toiselle varastopohjalle ja valitsee päätteeltä ”jätä paketti”, jolloin valitaan kartta- tai layoutnäkymästä se varastopohja eli osoite johon paketti jätetään. Mikäli sama tehdään paikannuksen avulla, jää yksi vaihe edellisestä pois. Tällöin varastopohjaa ei tarvitse pakettia jätettäessä valita kartalta, vaan osoite määräytyy paikkatiedon perusteella automaattisesti. Tuotteen haku toimii siten, että syötetään hakusana/koodi, jolloin kartalla/layoutilla (KUVIO 16.) näkyvät värikoodilla ne pohjat, joille kyseistä tuotetta on varastoituna.



KUVIO 16. Tuotehaun tulokset layoutilla voisivat näkyä esimerkiksi punaisella

Trukkeihin asennettavat GPS-paikantimet antavat sijainnin, jolloin trukkipäätteessä näkyvällä kartalla- tai layoutkuvalla sijainti päivittyy. Tavallisen GPS-paikantimen paikannustarkkuus on noin 10 metriä, mutta sijainnista riippuen se voi heittää enemmänkin (Maanmittauslaitos 2015). Tällä absoluuttisen paikannuksen tarkkuudella saadaan haarukoitua ainoastaan suuremmat alueet, tarkkuus ei riitä yksittäisen kuusi metriä leveän varastopohjan luotettavaan paikantamiseen. Mikäli halutaan tarkempia paikkatietoja yksittäisen pohjan luotettavaan paikantamiseen, on käytettävä Differentiaali GPS-paikannusta. Tässä käytetään absoluuttisen paikannuksen lisäksi tarkistuspistettä, jonka avulla paikannustarkkuus on 0,5 – 5 metriä (Maanmittauslaitos 2015).

Käytännössä ohjelma toimii myös ilman paikannusta, sillä absoluuttinen paikannustarkkuus riittää vain alueiden paikannukseen eikä toimi sisätiloissa. Differentiaalisella paikannuksella tarkkuus saadaan ulkonavarastoinnissa riittävän hyväksi, mutta sisätiloihin täytyisi käyttää muita paikannustekniikoita. Absoluuttista paikannusta voisi mielestäni käyttää päätteellä näkyvän kartan päivittämiseen, jolloin karttanäkymä olisi aina oikeassa paikassa.

Työlistaan voidaan antaa keräys- ja lastausmääräyksiä. Näihin voidaan työnjohdon toimesta määrittää prioriteetti, jonka mukaan tehtävät listautuvat oikeaan tärkeysjärjestykseen trukkipäätteellä. Lisäksi tehtäviin voidaan antaa erilaisia keräys- tai lastausehtoja, joiden puitteissa trukinkuljettajan täytyy toimia.

Suuntaa-antava kustannusarvio (TAULUKKO 1.) edellä kuvatusta järjestelmästä. Ohjelman ja päätteen lisäksi kaikki hienoudet sisäpaikannuksesta differentiaali GPS-paikannukseen kustantavat yhteensä noin xxxxx euroa. Jos jätetään sisäpaikannus ja differentiaali GPS-paikannus pois niin hinta on noin xxxxx euroa, riippuen tarvittavien laitteiden kappalemäärästä. Tuotteesta maksettavan kertalisenssin suuruus on aina pienempi, jos käyttäjä haluaa lähteä mukaan yhteiseen kehitystyöhön.

TAULUKKO 1. Suuntaa-antava kustannusarvio vaihtoehdosta 1

Tuote	Määrä	á-hinta (€)	Yhteensä (€)
Trukkipääteohjelma	1		
Trukkipääte	3		
GPS-paikannin	3		
Sisäpaikannusjärjestelmä			
Differentiaali GPS-paikannus			
Viivakoodilukija (pitkä kantama)	3		
Viivakoodilukija (lyhyt kantama)	6		
Viivakooditulostin	6		
<b>Yhteensä:</b>			

Seuraavissa taulukoissa (TAULUKKO 2 ja 3.) on laskettu edellä esitetyn varastonhallintajärjestelmän takaisinmaksuaika pienimmällä ja suurimmalla investointikustannuksella, investoinnin ansiosta säästyvien työtuntien mukaan. Tuottamattoman työn määrää ei ole mitattu käytännössä, joten taulukoissa on laskettu vaihtoehdot säästyvälle työlle yhdestä neljään tuntia vuorokaudessa. Todellisuudessa takaisinmaksuaika on lyhyempi, sillä näissä laskelmissa ei ole esimerkiksi huomioitu tuottamattoman työn aiheuttamaa haittaa tuotantolinjoille, eikä paremman varastojärjestyksen seurausta laadun paranemiselle.

TAULUKKO 2. Pienimmän kustannusarvion mukainen takaisinmaksuaika

<b>Varastonhallintaohjelma, trukkipäätteet, GPS-paikantimet, viivakoodinlukijat ja -tulostimet (xxxxx €)</b>				
Säästyvien työtuntien määrä/vrk				
Henkilöstökulut xx €/h				
Trukin käyttökustannukset xx €/h				
Yhteensä €/vrk				
Yhteensä €/a				
Takaisinmaksuaika vuosina				
Takaisinmaksuaika kk				

TAULUKKO 3. Suurimman kustannusarvion mukainen takaisinmaksuaika

<b>Varastonhallintaohjelma, trukkipäätteet, GPS-paikantimet, viivakoodinlukijat ja -tulostimet (xxxxx €)</b>				
Säästyvien työtuntien määrä/vrk				
Henkilöstökulut xx €/h				
Trukin käyttökustannukset xx €/h				
Yhteensä €/vrk				
Yhteensä €/a				
Takaisinmaksuaika vuosina				
Takaisinmaksuaika kk				

### 5.3.2 Vaihtoehto 2. Graafiseen näkymään perustuva varastonhallinta + puheohjaus

Varastonhallintajärjestelmä, jonka käyttöliittymään voidaan mallintaa nykyiset ja tulevat fyysiset varastotilat. Näin ollen esimerkiksi keräilyssä haettavat tuotteet näkyvät graafisesti mallinnetulla layoutilla eri väritunnuksilla, joten keräilijä näkee helposti missä tuotteet sijaitsevat. Vastaavasti valitsemalla käyttöliittymältä jonkin varastopaikan, ohjelma näyttää siinä olevat tuotteet. Eli ohjelma hallitsee monipuolisesti tuote-, valmistuserä- ja varastopaikkatietoja.

Ohjelma ehdottaa esimerkiksi saapuville tuotteille varastopaikkaa sille annettujen erilaisten kriteerien perusteella, näitä voivat olla esimerkiksi laatu, menekki tai suojaustaso. Samoin ohjelma ohjaa myös trukkikuskin liikkeitä ja tulevia tehtäviä sekä keräilyreittejä määritettyjen kriteerien mukaan. Keruutehtävät voidaan jakaa yhdelle tai useammalle trukkikuskille esimerkiksi sen hetkisen kuormitustilanteen tai tuotteen painon mukaan joko manuaalisesti tai automaattisesti. Ohjelma tuottaa monenlaisia raportteja, joiden pohjalta saadaan tarvittava tieto helposti analysoitavaksi.

Puheohjauksen avulla saadaan kädet vapaaksi tuottavaan työhön kuulokkeiden (KUVIO 17.) avulla eli tässä tapauksessa trukin ohjaukseen. Puheohjauksessa luenta korvataan käyttäjän äänellä ja ohjausratkaisuja on ääniprofiilisia ja kielikohtaisia. Ääniprofiilisella ratkaisulla toimiva laite pitää kouluttaa käyttäjän ääneen, mutta kielikohtaisella ratkaisulla toimivaa laitetta ei tarvitse erikseen

kouluttaa. Tällainen vaihtoehto kielikohtaisella ohjausratkaisulla sopisi paremmin yritykseen, sillä samalla trukilla on vuorotyön takia useampia käyttäjiä.



KUVIO 17. Puheohjaukseen tarkoitettu kuuloke/mikrofoni (Vitech Business Group Inc. 2015.)

Tämä ohjelma vaikuttaisi olevan suunniteltu erilaisiin terminaaleihin ja varastoyrityksiin, joissa kerätään paljon erikokoisia tuotteita erilaisista varastotyypeistä. Ohjelmasta saadaan toimiva kokonaisuus myös sahateollisuuden varastotarpeisiin. Mielestäni tässä varastonhallintaohjelmassa on paljon sellaisia ominaisuuksia, jotka löytyvät jo yrityksen nykyisestä toiminnanohjausjärjestelmästä. Nämä ominaisuudet ovat hienoja ja tarpeellisia etenkin silloin, kun niistä saatavia tietoja ei yrityksellä vielä ole. Tässä tapauksessa ne kuitenkin löytyvät ennestään, joten varastonhallintaohjelmassa ne nostavat ainoastaan ohjelman hintaa (TAULUKKO 4.) tuomatta kuitenkaan lisäarvoa.

TAULUKKO 4. Suuntaa-antava kustannusarvio 2 vaihtoehdosta

Tuote	Määrä	á-hinta (€)	Yhteensä (€)
Varastonhallintaohjelma	1		
Trukkipääte	3		
Puheohjausjärjestelmä + 10 laitteet	1		
<b>Yhteensä:</b>			

### 5.3.3 Vaihtoehto 3. Mobiilipääteohjelma + RFID-järjestelmä

Kyseessä oleva ohjelma on tarkoitettu käytettäväksi mobiili-, tai trukkipäätteellä. Ohjelmassa ei ole omaa tietokantaa, eikä se näin ollen varastoi tietoa, vaan ainoastaan välittää sitä toiminnanohjausjärjestelmästä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi osoitepaikkatiedot ja keruulistat on tultava sellaisenaan pääjärjestelmältä. Ohjelma kattaa varaston toiminnoista vastaanoton, varasto- ja hyllysiirrot, inventoinnin, hyllytyksen, keräilyn, varastosta oton ja palautuksen, varastopaikkakyselyn sekä tuotekyselyn. Ohjelma on yksinkertainen ja sisältää tarvittavat toiminnot, mutta se vaatii toiminnanohjausjärjestelmältä tai vastaavalta tarkat osoitepaikkatiedot, joita ei tällä hetkellä ole olemassa.

RFID-järjestelmä olisi toteutuessaan mullistava sahateollisuuteen, mutta ongelmana siinä on edelleen korkeat kustannukset. Sen ansiosta saavutettuja etuja olisivat tuottamattoman työn väheneminen, sillä oletuksella että trukkipäätteen ei tarvitsisi käyttää viivakoodilukijaa tai syöttää manuaalisesti tietoja järjestelmään vaan voisi keskittyä täysin tuottavaan työhön. Tämä vaatii tietysti osoitejärjestelmän, jotta tuotteiden sijainti on tiedossa. Osoitejärjestelmä puolestaan pitää huolen siitä, että tuotteita ei tarvitse etsiä. Osoitejärjestelmä on mahdollinen viivakoodijärjestelmällä tai ilman, mutta RFID:n etuna on inhimillisten unohdusvirheiden poistuminen ja tunnisteen luku ilman näköyhteyttä.

Toimintaympäristön olosuhteet luovat tunnistelle eli tageille omat haasteensa, sillä kuivaamon lämpötila + 75 °C ja kylmät pakkaskelit aina - 35 °C:n, sekä pitkä lukuetaisyys luovat niille omat vaatimuksensa. Näihin vaatimuksiin soveltuvien tagien hintahaarukka on noin x-x euroa kappaleelta. Halvempiakin tunnisteita on saatavilla, jos vaatimuksena on ainoastaan kyseinen lämpötilaväli ja lyhyt lukuetaisyys niin kappalehinta on suunnilleen xx senttiä. Toisaalta tällainen tunnistee voi rikkoontua helposti, jolloin luenta ei enää onnistu ja järjestelmä menettää merkityksensä. Varmuuden vuoksi täytyisi laittaa 2 – 3 tunnistetta pakettiin, jotta luenta olisi riittävän luotettavaa.

RFID-lukijoita on monenlaisia, joista porttilukijat ja käsilukijat soveltuvat sahateollisuuden varastointiin. Porttilukijoilla saadaan luotettava lukuvarmuus

edellyttäen, että siinä on luennanvarmistusvalo, joka näyttää luennan onnistumisen. Porttilukija asennetaan esimerkiksi hallin oven molemmin puolin, ja se lukee automaattisesti kaikki ehjät tunnistheet, jotka kulkevat halliin sisälle ja ulos. Tällöin järjestelmä tietää, mitkä tunnistheet eli tuotteet ovat hallin sisällä. Sahan varastoissa täytyisi tietää tarkempi varastopaikka ainakin varastopohjan tarkkuudella. Tämä tarkoittaa sitä, että porttilukijoita täytyisi olla yhtä monta kuin varastopohjiakin. Porttilukijan hinta on suunnilleen xxxx euroa ja pohjien lukumäärä on lähemmäs kolmensadan.

Trukkeihin on asennettavissa RFID-lukijat, jolloin tunnistus tapahtuu automaattisesti. Tällöin lukuetaisyys ei voi olla kovin suuri, sillä muutoin lukija lukee pinosta otettaessa ja ohi ajettaessa kaikki lukuetaisyydellä olevat tunnistheet. Trukkiin asennettavan lukijan ansiosta porttilukijoita ei tarvittaisi, mutta silloin osoitetieto pitäisi antaa manuaalisesti tai tarkan paikkatiedon avulla automaattisesti.



KUVIO 18. RFID-trukki (VTT 2007.)



Käsilukijoilla voisi suorittaa inventoinnin helposti, sillä RFID ei vaadi näköyhteyttä tai kontaktia. Sahalla se vaatii ainakin viiden metrin lukuetaisyyden ylimmille paketeille. Ongelmana RFID-lukijassa on se, ettei sitä voi kohdistaa tiettyyn suuntaan, vaan lukualue on pallon muotoinen ja tässä tapauksessa se lukee viiden metrin säteeltä kaikki tagit. Näin ollen tuotteen inventointia ei voida kohdistaa varastopaikkaan.

Käytännössä järjestelmän hankintakustannukset ja pääasiassa tunnistaiden kappalehinnan mukaan määräytyvät käyttökustannukset eivät tue järjestelmän hankintaa. Pakettien suuren määrän vuoksi tunnistaita kuluu paljon ja käyttökustannukset (TAULUKKO 5.) pysyvät vielä liian korkeina. Lisäksi sahalla vallitsevissa olosuhteissa tunnistamisen onnistuminen ei ole sataprosenttista.

TAULUKKO 5. Suuntaa-antava kustannusarvio vaihtoehdosta 3

Tuote	Määrä	á-hinta (€)	Yhteensä (€)
Mobiilipääteohjelma			
Trukkipääte	3		
RFID-tagit	x		
RFID-lukija	2		
RFID-porttilukija	xxx		
RFID-tulostin	5		
<b>Yhteensä:</b>			

#### 5.3.4 Vaihtoehto 4. Ilman minkäänlaista ohjelmistoa

Mikäli yritys ei halua investoida mihinkään erillisiin laitteisiin tai varastohallintaohjelmiin on varastoitavia määriä pienennettävä merkittävästi. Vastaavasti varastoalueita pitäisi laajentaa, jotta ainakin pääosalla tuotteista olisi kiinteät varastopaikat. Varastokatoksia tai -halleja (KUVIO 19.) voitaisiin hankkia lisää, jotta varastoitavan puutavaran laatu pysyisi parempana ja tuottamaton työ vähenisi. Tämä siitä syystä että pakettien etsiminen ulkovarastoista on työlästä, kun pakettikortit ovat osin lukukelvottomia. Talvella lumi ja jää peittävät pakettikortit ja kesällä etenkin jalostepuolen pakettikortit ovat usein märkiä ja repeytyneitä, jolloin pakettien tunnistaminen on haastavaa.

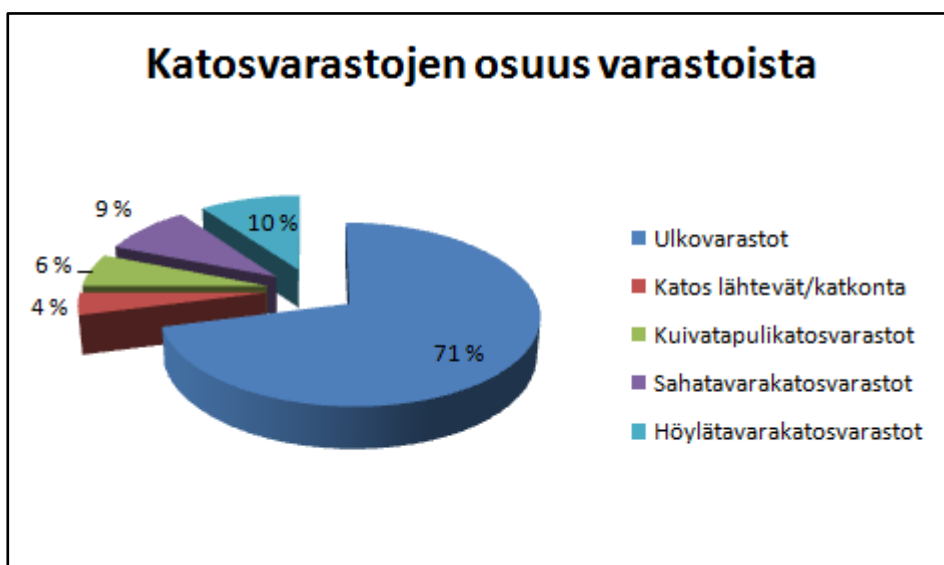


KUVIO 19. Puutavaravarastohalli (Janus Oy 2015.)

Tuotannonsuunnittelun puolelta katsottiin olevan tarvetta uudelle kuivatapulikatavarastolle. Sivusta täytettävä puutavarakatos olisi järkevä varastointitapa kuivatapuleille, sillä kyseessä on välivarasto kuivaamosta tulleille rimatapuleille. Vaihtoehtoina olisi rakentaa uusi puutavarakatos tai hankkia puutavaran varastointiin tarkoitettu teräsrunkoinen kangashalli (KUVIO 19.). Jälkimmäisessä vaihtoehdossa kannattaisi kanavakuivaamon viereinen F-

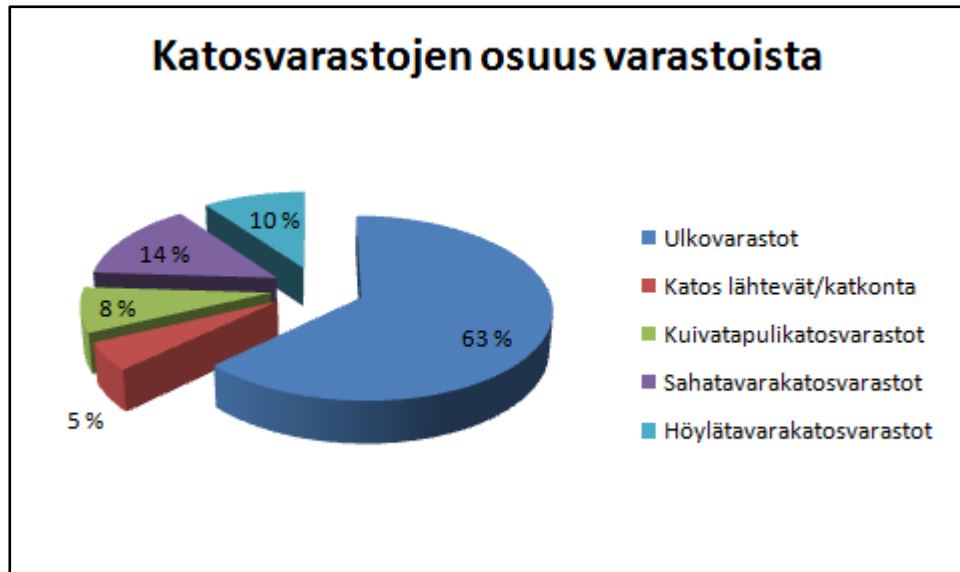
katosvarasto muuttaa kuivatapulivarastoksi ja ottaa uusi halli sahatavaravarastoksi ilmankuivausjärjestelmän takia.

Kokonaisvarastokapasiteetista (KUVIO 20.) ulkovarastoja on tällä hetkellä 71 % ja katos/hallivarastoja on 29 %, joista lähtevän tavaran varastoja 4 %, kuivatapulivarastoja 6 %, sahatavarakatosvarastoja 9 % ja höylätavarakatosvarastoja 10 %. Kaikki muut katosvarastot ovat sivusta täytettäviä puutavarakatoksia paitsi höylätavaran varastointiin tarkoitettu best-halli, jonka osuus on 2/3 höylätavarakatosvarastoista.



KUVIO 20. Katosvarastojen osuus kaikista varastoista tällä hetkellä

Jos yritys hankkisi uuden puutavaravarastohallin, jonka mitat olisivat 25 x 50 metriä ja siihen koko hallin mittaisen kolme metriä syvän sivukatoksen, nousisi katosvarastojen (KUVIO 21.) osuus 8 %-yksikköä. Mikäli halli sijoitettaisiin uuden höyläämön eteläpäähän, siellä olevat 24 ulkovarastopohjaa muuttuisivat halli ja katospaikoiksi, joten pohjien kokonaislukumäärä ei kasvaisi tällä ratkaisulla. Näin ollen ulkovarastot pienenisivät ja sahatavarakatosvarastopaikkoja tulisi lisää 276:lle nipulle ja kuivatapulikatosvarastopaikkoja 42:lle tapulille (Liite 4.).



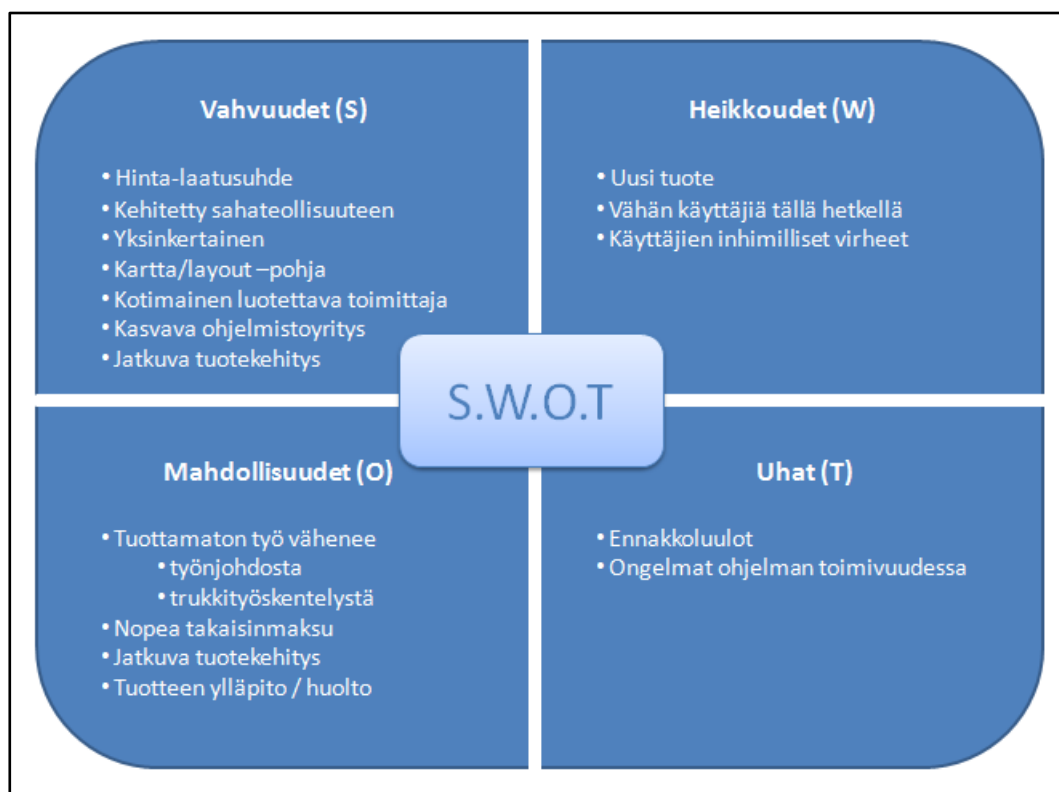
KUVIO 21. Katosvarastojen osuus kaikista varastoista halli-investoinnin jälkeen

Kustannusarviossa (TAULUKKO 6.) on vertailun vuoksi myös suuremman hallin kustannukset. Suuremmassa hallissa on kaksi käytävää ja sisälle mahtuisi ainoastaan 192 sahatavarapakettia enemmän kuin pienempään halliin ja lisäpaikoille tulisi reilu satatuhatta euroa hintaa lisää verrattuna pienempään halliin. Hallien hintaan kuuluu ilmankuivaimet ilman asennusta. Hinnat on saatu toimittajan tarjouksesta.

TAULUKKO 6. Kustannusarvio vaihtoehdosta 4

Tuote	Koko (m)	Hinta (€ )	Koko (m)	Hinta (€)
Puutavarahalli	25 x 50		40 x 51	
Sivukatos hallin kylkeen	3 x 50		3 x 50	
Valaistus halliin				
Asfaltti (Asfalttikallio Oy/laskuri)	27 x 52		42 x 53	
<b>Yhteensä:</b>				

## 5.4 SWOT-analyysi vaihtoehdosta 1



KUVIO 22. SWOT-analyysi vaihtoehdosta 1

## 5.5 Varastointikapasiteetin määrittäminen

Määritin yrityksen nykyisen pohjalayoutin (Liite 1.) perusteella varastojen maksimikapasiteetin (Liite 3.), eli kuinka monta täyttä pakettia, tapulia, saha- tai höylätavaranippua, mahtuu niille suunniteltuihin varastopaikkoihin. Mitoitin AutoCAD-ohjelman avulla pohjien pituudet ja pinta-alat, joiden perusteella laskin kuivatapuli-, sahatavara- ja höylätavarakatosvarastojen prosentuaalisen osuuden suhteessa kaikkiin varastoihin. Pohjanpituuden mukaan laskin, kuinka monta pakettia kullekin pohjalle mahtuu. Tapulien, sahatavara- ja höylätavarapakettien kokoerojen vuoksi samalle pohjalle mahtuu kutakin pakettikokoa eri määrä. Tästä syystä esimerkiksi katospaikkojen prosentuaalisen osuuden laskemisessa käytin keskiarvoja, jotka muodostuivat pohjien lukumäärän, pakettimäärien ja pinta-alojen mukaan. Apuna käytin excel-taulukkolaskentaohjelmaa, johon listasin kaikki varastopaikat (Liite 3.) tietoineen ja tein paljon eri laskelmia perustuen tähän massiiviseen tietokantaan.

Excel-taulukkolaskentaohjelman avulla tein myös työkalun (KUVIO 23.), jonka avulla saadaan suunniteltujen varastopaikkojen täyttöaste selville. Tuotannon suunnittelija voi halutessaan syöttää ohjelmaan varastossa olevien tuotteiden paketti- tai kuutiomäärän, jolloin ohjelma laskee niille suunniteltujen varastopohjien täyttöasteen. Tulos näkyy viereisellä sarakkeella prosentteina, ja sarakkeen pohjaväri määräytyy tuloksen mukaan. Täyttöasteen ollessa alle 60 %, sarakkeen väri on vihreä, 75 %:stä ylöspäin väri on punainen ja väliin jäävät tulokset ovat keltaisella pohjalla. Tämän tiedon avulla tuotannonsuunnittelija voi paremmin hahmottaa varastojen todellisen täyttöasteen ja sen myötä tarvittaessa suunnitella uusia varastopohjia tai himmata tuotantoa.



KUVIO 23. Varastojen täyttöastelaskurin näkymä

## 5.6 Haastattelut

Laadin kyselylomakkeet (Liite 2.) yrityksen trukkikuskeille ja toimihenkilöille, jotka ovat varastoinnin kanssa tekemisissä. Tarkoituksena oli saada ongelmakohtia ja kehitysideoita esille eri näkökulmista. Kyselylomakkeen avulla tehdyn haastattelun myötä työntekijät saivat mahdollisuuden antaa kehitysideoita omaan toimintaympäristöön liittyen ja tulivat samalla tietoisiksi vireillä olevasta projektista.

### Toimihenkilöiden kyselyvastausten kooste

Kyselyyn vastanneet toimihenkilöt toimivat tuotannonsuunnittelijoina keräilyyn tai varastoon valmistuvien pakettien ohjaukseen liittyen. Toimihenkilöiden näkökulmasta sahatavara varastoinnissa perusteet ovat kunnossa ja paketit kirjautuvat tietokantaan ongelmitta. Inventointia suoritetaan säännöllisesti ja varastotietokannan tiedot ovat luotettavia. (Toimihenkilöiden kyselylomakkeet 2015.)

Ongelmana nähdään säännöllisestä inventoinnista huolimatta paketit, jotka syystä tai toisesta jäävät poistamatta tai siirtämättä tietokannassa. Tästä aiheutuu turhaa työtä pakettien etsimisen muodossa, talvella lumi antaa siihen oman haasteen. Varastoissa haastattelujen hetkellä liikaa tavaraa, eikä kuivatapuleille ole tarpeeksi katostilaa. Varastopaikat on suurelta osin määritelty, mutta toiminta lipsuu sovituista ohjeista. (Toimihenkilöiden kyselylomakkeet 2015.)

Toimihenkilöiden kehitysehdotuksia varastoinnin kehittämiseen ovat kuivatapuleiden varastokatostilan lisääminen tai varastoitavien tuotteiden vähentäminen. Tällöin olisi pienemmät varastot ja siitä johtuen toiminta ja ylläpito olisivat helpompaa ja tehokkaampaa. Varastoon voisi harkita esimerkiksi osoitejärjestelmää paketeille ja paketteihin tunnistet. Keräilylistat olisi hyvä saada trukkikuskeille sähköisenä listana niin kuin talopakettien keräilyssä nykyään. (Toimihenkilöiden kyselylomakkeet 2015.)

### Trukkikuskien kyselyvastausten kooste

Haastatteluun vastanneet trukkikuskit toimivat kuorman lastaustehtävissä, pakettien keräilyissä tilauksiin ja tuotantolinjoille. Työtehtävät ovat mieluisia, kun

kaikki sujuu niin kuin on suunniteltu eli tavarat löytyvät ja varastoissa on tilaa. Epämieluisat tehtävät ovat pakettien etsiminen ja erityisesti pimeässä ja lumen peitossa olevien pakettien etsintä huonossa valaistuksessa. Myös jos joutuu keskeyttämään varsinaisen työn ja lähtemään muihin tehtäviin, niin hommat jäävät seuraavalle vuorolle, joka ei aina ole ajan tasalla, tämä aiheuttaa epäjärjestyksen varastoissa. (Trukkikuskien kyselylomakkeet 2015.)

Trukkikuskien mielestä suunnitelmat ovat hyvät, mutta tavaraa on liikaa suhteessa varaston resursseihin, minkä vuoksi suunnitelmia ei pystytä toteuttamaan. Trukkikuskien mielestä työnjohdolta ei saada riittävästi tietoa minkä verran mitään tavaraa on tulossa, jotta pystyttäisiin ennakoimaan tilaa varastoon. Samoin uusien lisäpohjien paikkoja ei osoiteta pyydettyäessä, jolloin ne saattavat olla myöhemmin jonkin suunnitelman tiellä. Kukaan trukkikuskeista ei ollut tyytyväinen omaan varastotoimintaan siitä syystä, että aika ei riitä pitämään varastoja järjestyksessä. (Trukkikuskien kyselylomakkeet 2015.)

Kehitysideoita olisi etukäteistiedottaminen siitä, minkä verran mitään tavaraa on tulossa, jotta pystyttäisiin ennakoimaan tilaa varastoon. Trukkikuskien työtä helpottaisi myös, jos varastokatoksia tai hallipaikkoja olisi enemmän. Varastointisuunnitelman voisi päivittää vastaamaan nykyisiä varastointimääriä ja -paikkoja. Nykyään keräilyssä toisella listalla on pituuserittely ja toisella keräilyn muut tiedot, joten voitaisiin laatia yksi lista kahden sijaan, helpottaisi keräilijän työtä. Lumitöiden tekoon suunnitelmallisuutta eli jollekin vastuu niiden hoitamisesta. (Trukkikuskien kyselylomakkeet 2015.)



## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET

Varastojen kokoa olisi syytä pienentää, jotta pääomaa vapautuisi ja varastojen hallittavuus olisi helpompaa. Tähän auttavat kaksi toimenpidettä, jotka parantavat myös yrityksen kannattavuutta: myynnin lisääminen ja/tai tuotantomäärien supistaminen eli varastokustannusten alentaminen (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 202.). Varastoitaville tuotteille voitaisiin tehdä esimerkiksi XYZ-analyysi, jotta saataisiin selville eniten liikkuvat tuotteet. Näiden tuotteiden optimaaliset varastomäärät voitaisiin laskea ns. Wilsonin laskukaavan avulla. Excel-työkalun avulla voidaan reagoida tuotteille suunniteltujen varastopaikkojen riittävyteen joko luomalla uusia pohjia, pienentämällä tuotantomääriä tai rationalisoimalla nykyisten pohjien käyttöä.

Lisäksi varastotoiminnoissa syntyvä tuottamaton työ pitää saada minimoitua. Sen saavuttamiseksi auttavat pienemmät varastot, mutta myös pakettipohjien osoitejärjestelmä. Haasteena siinä on ainoastaan osoitetietojen pitäminen ajan tasalla, sillä muutoin koko järjestelmä menettää merkityksensä. Tuottamattomaan työhön nykyisin kuluva ajan voisi jatkossa käyttää varastojärjestyksen ylläpitoon, sillä ajan tasalla pidetty osoitejärjestelmä poistaa vain etsimiseen käytetyn ajan. Paikannukseen perustuva varastohallintaohjelma sisältäisi osoitejärjestelmän ja työlistan. Ohjelmaa voi käyttää sekä automaattisten tunnistusmenetelmien kanssa että ilman automaattista tunnistusta.

Viivakooditunnistuksella käytettynä tai ilman sitä ovat inhimilliset virhetekijät mahdollisia, sillä käyttäjän täytyy pitää osoitteet ajan tasalla. Kyseisen ohjelman ja viivakoodijärjestelmän ansiosta takaisinmaksuaika säästyvän työmäärän mukaan on parhaassa tapauksessa kahdeksan kuukautta. Todellisuudessa aika voi olla kuitenkin lyhyempi, mikäli tuotantoon aiheutuu tällä hetkellä haittaa trukkipuskien tuottamattoman työn vuoksi.

Osoitejärjestelmän ansiosta tuotannonsuunnittelija voisi määritellä varastopaikan valmiiksi samalla kun määrittää mitkä paketit muovitetaan ja mitä ei muoviteta. Jos tuotannonsuunnittelija näkee järjestelmästä että tilaa ei ole, hän voisi reagoida tilanteeseen tässä vaiheessa vähentämällä tuotettavan tavaran määrää tai antamalla etukäteisohjeistusta trukkipuskille. Tällä välttyttäisiin siltä, että trukkipuski kaiken kiireen keskellä joutuu järjestelemään ja miettimään varastopaikan

itsenäisesti. Kun osoitejärjestelmä on osana varastohallintaohjelmaa, siinä voisi olla myös työlista, jonka kautta keräilytehtävät jaetaan ja kuitataan. Näin trukkikuskeille ei tarvitsisi jakaa paperilappuja ja keräystiedot kerättävistä tuotteista sijainteineen näkyisi suoraan trukkipäätteeltä. Tällainen menettely nopeuttaisi trukkikuskien ja työnjohdon työskentelyä.

Uuden höyläämön eteläpäähän voisi hankkia uuden varastohallin ja muuttaa F-varastokatoksen kuivatapulivarastoksi. Näin ollen katostilaa kuivatapuleille ja sahatavarapaketeille tulisi enemmän, joten suojahuppujen käyttöä voitaisiin vähentää. Tällä hetkellä katettujen varastopaikkojen osuus on 29 % kaikista suunnitelluista varastopaikoista. Edellä mainitun uuden hallin hankkimisen jälkeen katettujen varastopaikkojen osuus olisi 37 %, eli nousua tulisi 8 prosenttiyksikköä. Kuivatapulikatostavarastojen osuus nousisi 2 %-yksikköä ja sahatavarakatostavarastojen osuus nousisi 5 %-yksikköä. Etenkin talvella katetut varastot säästäisivät aikaa ja vaivaa, kun ei tarvitsisi niin paljoa etsiä harjan avulla lumisia paketteja. Lisäksi hallivarastoinnissa ilmankosteus saadaan säädettyä optimaaliseksi, joten puutavaran laatu säilyisi parempana kuin ulkona varastoitaessa. Ei voida väheksyä myöskään työhyvinvoinnin lisääntymistä etenkin pimeinä ja lumisina talvikausina, kun ei tarvitsisi niin paljoa etsiä paketteja lumen alta. Uusi halli (25 x 50 metriä) maksaisi noin xxxxxx € sisältäen hallin toiselle kyljelle tulevan 50 metriä pitkän katoksen, sisävalaistuksen, ilmankuivaimen ja asfaltoinnin.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä oli tavoitteena kehittää yrityksen sisäistä logistiikkaa selvittämällä ja pohtimalla erilaisia kehitysvaihtoehtoja. Vaihtoehtoina olivat erilaiset varastohallintajärjestelmät ja automaattiset tunnistusmenetelmät sekä fyysisten varastotilojen muuttaminen. Keskeisenä ajatuksena oli esittää toimenpiteitä, joiden avulla tuottamatonta työtä saataisiin vähennettyä.

Teoriaosiossa käsiteltiin logistiikan osa-alueista enimmäkseen varastointia ja tietojärjestelmissä lähinnä automaattisia tunnistusmenetelmiä sekä telematiikkaa. Nämä tiedot pohjustivat selvitysosiossa tehtyjä esityksiä ja pohdintoja. Selvitysosiossa selvitettiin ja pohdittiin varastohallintajärjestelmien ja automaattisten tunnisteratkaisujen soveltuvuutta sahayrityksen sisäiseen logistiikkaan. Lisäksi selvitettiin varastohalli-investoinnin kustannuksia ja määriteltiin katosvarastojen prosentuaalinen osuus kaikista varastoista. Työssä luotiin excel-tilukkolaskentaohjelmaan tietokanta, jonka pohjalta tehtiin varaston täyttöasteen seurantatyökalu.

Opinnäytetyö oli eräänlainen esiselvitys, jonka avulla toimeksiantajayritys voi tehdä päätöksiä ottaessaan seuraavia kehityssaskelia. Osoitetietokannan sisältävä varastohallintajärjestelmä vähentäisi kiistatta tuottamatonta työtä, edellyttäen osoitetietojen ajan tasalla olemista. Viivakooditunnistuksella varustettu varastohallintajärjestelmä olisi järkevin ja edullisin ratkaisu toimeksiantajayrityksen sisäiseen logistiikkaan. Tällaisen järjestelmän takaisinmaksu tapahtuisi parhaimmillaan x kuukaudessa. RFID-tekniikan hyödyntäminen sahayrityksen sisäisessä logistiikassa vähentäisi paljon tuottamatonta työtä ja inhimillisiä virheitä, mutta sen investointi- ja käyttökustannukset nousisivat liian korkeiksi suhteutettuna saavutettaviin hyötyihin.

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin selvittämällä useita kehitysvaihtoehtoja, joiden avulla tuottamatonta työtä ja paperimäärää saadaan vähennettyä.

## LÄHTEET

### Painetut lähteet:

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. uudistettu painos. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys r.y.

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta: B2B – Vähemmällä enemmän. 7. uudistettu painos. Vantaa: Jouni Sakki Oy.

Sipi, M & Opetushallitus. 2006. Sahatavaratuotanto. Helsinki: Edita Oy.

### Elektroniset lähteet:

Huhtinen, M. & Hyttinen, J. 2015. GPS ja muut paikannusjärjestelmät. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. [viitattu 29.3.2015] Saatavissa: <http://kronos.ncp.fi/koulutusohjelmat/metsa/PaikkatietoWWW/paikannus/paikannusjarjestelmat.html>

Janus Oy 2015. [viitattu 12.3.2015] Saatavissa: <http://janus.fi/fi/referensseja/puutavarahallit>

Lean Forward Oy 2015. [viitattu 23.3.2015] Saatavissa: [http://www.leanfwd.fi/?q=fi/tulevat\\_koulutukset](http://www.leanfwd.fi/?q=fi/tulevat_koulutukset)

Logistiikan Maailma 2015. Varastointi. [viitattu 19.2.2015] Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Varastointi>

Maanmittauslaitos 2015. kartat. [viitattu 14.3.2015] Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/kartoitus/gps-mittaus>

RFID Lab Finland ry 2015. RFID-tietoa. [viitattu 28.3.2015] Saatavissa:

<http://www.rfidlab.fi/rfid-tietoutta>

Ruggedpcreview 2015. [viitattu 10.4.2015] Saatavissa:

[http://ruggedpcreview.com/3\\_panels\\_honeywell\\_thor\\_vm3.html](http://ruggedpcreview.com/3_panels_honeywell_thor_vm3.html)

Suomen Sahat ry 2015. [viitattu 9.2.2015] Saatavissa:

<http://www.suomensahat.fi/jasenet>

Taloussanomat 2015. Sanoma Media Finland Oy. [viitattu 9.2.2015] Saatavissa:

<http://yritys.taloussanomat.fi/y/veljekset-vaara-oy/tervola/0416707-8/>

Veljekset Vaara Oy 2015. [viitattu 9.2.2015] Saatavissa:

<http://www.veljeksetvaara.fi>

Vitech Business Group Inc. 2015. [viitattu 10.4.2015] Saatavissa:

<http://www.vitechgroup.com/web/solutions/voice/voicehardware/headsets.aspx>

VTT 2007. Uutiskirje. VTT:n ja Roclan kehittämä RFID-trukki tunnistaa kuormansa automaattisesti. [viitattu 10.4.2015] Saatavissa:

<http://www3.vtt.fi/uutiskirje/032007art03.jsp>

Suulliset lähteet:

Toimihenkilöiden kyselylomakkeet 2015. Veljekset Vaara Oy. Haastattelu kevät 2015

Trukkikusmien kyselylomakkeet 2015. Veljekset Vaara Oy. Haastattelu kevät 2015

Vaara, J. 2015. Tuotantopäällikkö. Veljekset Vaara Oy. Haastattelu kevät 2015

## LIITTEET

Liite 1. Saha-alueen layout

Liite 2. Kyselylomakkeiden kysymykset

Liite 3. Varastokapasiteettitaulukko

Liite 4. Katettujen varastojen osuudet ja kapasiteetit

K = KUIVAAMO  
KK = KANAVAKUIVAAMO

## Liite 2. Kyselylomakkeiden kysymykset

### KYSELYLOMAKE VARASTOINNISTA YRITYKSEN TRUKKIKUSKEILLE

1. Mitä työtehtäviä kuuluu päivittäiseen työhösi? Vaihteleeeko tehtävät?
2. Mitkä tehtävät ovat mieluisia? Mitkä epämieluisia?
3. Mikä yrityksen puutavaran varastoinnissa mielestäsi toimii? / mikä ei toimi?
4. Oletko tyytyväinen omaan toimintaasi varastoissa?
5. Miten kehittäisit työtehtäviä / varastointia?

### KYSELYLOMAKE VARASTOINNISTA YRITYKSEN TOIMIHENKILÖILLE

1. Miten varastointi tai sen toiminnot liittyy päivittäiseen työhösi?
2. Mikä varastoissa / sen toiminnoissa mielestäsi toimii? Mikä ei toimi?
3. Miten kehittäisit varastointia ja sen toimintoja?



Liite 3. Varastokapasiteettitaulukko

<b>VARASTOKAPASITEETTI</b>						<b>Pinta- ala/m<sup>2</sup></b>
	<b>Pohjat</b>	<b>Pohjia kpl</b>	<b>Pohjalle paketteja</b>	<b>Yhteensä paketteja</b>		
	TA1-TA9	9	12	108		702
	TB1-TB13	13	10	130		845
	KA1-KA8	8	10	80		650
<b>Tuoretapulivarasto</b>		<b>30</b>		<b>318</b> kpl		<b>2197</b>
	H1-H7	7	10	70		500
	G1-G10	10	6	60		363
<b>Kuivatapulivarasto</b>		<b>17</b>		<b>130</b> kpl		<b>863</b>
<b>Tapulivarasto yhteensä:</b>		<b>47</b>		<b>448</b>		<b>3060</b>
Mänty V	UB1-UB6	6	16	<b>96</b>		162
	UC1-UC6	6	16	<b>96</b>		162
	UD1-UD5	5	16	<b>80</b>		135
	UE1-UE5	5	16	<b>80</b>		135
	UF1-UF4	4	16	<b>64</b>		108
	UG1-UG4	4	16	<b>64</b>		108
Mänty VI	UA1-UA6	6	16	<b>96</b>		162
	UH1-UH6	6	16	<b>96</b>		189
<b>Sahatavaran ulkovarasto (mänty)</b>		<b>42</b>		<b>672</b> kpl		<b>1161</b>
Kuusi ST/PLVL	E1-E7	7	20	140		295
	F1-F7	7	20	140		295
Kuusi ST	D1-D4	4	20	80		141
US ja HVS	V1-V4	4	24	96		175
<b>Sahatavaran katosvarasto</b>		<b>22</b>		<b>456</b> kpl		<b>906</b>
Kuusi ST	TC1-TC10	10	20	200		390
	TD1-TD10	10	20	200		390
Kuusi PLVL/PLKL	KB1-KB9	9	16	144		243
	KC1-KC9	9	16	144		243
	KD1-KD9	9	16	144		243
	KE1-KE9	9	16	144		243
Kuusi ST/maalatut	KF1-KF9	9	16	144		243
	KG1-KG9	9	16	144		243
	KH1-KH9	9	16	144		243
	KI1-KI9	9	16	144		243
Kuusi VI	HA1-HA4	4	16	64		108
	HB1-HB4	4	16	64		108
	HC1-HC4	4	16	64		108
	HD1-HD4	4	16	64		108
	HE1-HE4	4	16	64		108
	HF1-HF4	4	16	64		108
	HG1-HG4	6	16	96		189
<b>Sahatavaran ulkovarasto</b>		<b>122</b>		<b>2032</b> kpl		<b>3561</b>
<b>Sahatavaravarastot yhteensä:</b>		<b>186</b>		<b>3160</b>		<b>5628</b>
Besthalli	Höylätavara	16	25	400		576

Liite 3. Varastokapasiteettitaulukko

Höylätavara	A1-A3	3	20	60	99
	B1-B3	3	20	60	99
	C1-C4	4	20	80	125
<b>Höylätavaravarastot</b>		<b>26</b>		<b>600 kpl</b>	<b>899</b>
Painekyllästetyt	BA1-BA5	5	16	80	158
	PA1-PA4	4	16	64	108
	PC1-PC2	2	16	32	54
	PB1-PB4	4	16	64	108
<b>Painekyllästetyt</b>		<b>15</b>		<b>240 kpl</b>	<b>428</b>
Katos lähtevät	L6-L10	5	16	80	183
Katos					
katkonta/muovitus	L1-L4	4	16	64	129
Katos	Talopaketit	6	20	120	149
<b>Lähtevät tavarat katos</b>		<b>11</b>		<b>200 kpl</b>	<b>331</b>
Määrittelemätön	E/F:n				
	päässä	2	12	24	36
<b>Kaikki yhteensä:</b>		<b>291</b>		<b>4736 kpl</b>	<b>10511</b>

Liite 4. Katettujen varastojen osuudet ja kapasiteetit

**Katettujen varastojen osuudet ja kapasiteetit NYKYÄÄN**

	Varastoitava tuote	Pohjat	Pohjia kpl	Pohjalle paketteja	Yhteensä paketteja	
	Kuusi ST/PLVL	E1-E7	7	20	140	
		F1-F7	7	20	140	
	Kuusi ST	D1-D4	4	20	80	
	US ja HVS	V1-V4	4	24	96	
	Höylätavara	Besthalli	16	25	400	
	Höylätavara	A1-A3	3	20	60	
		B1-B3	3	20	60	
		C1-C4	4	20	80	
		H1-H7	7	10	70	
		G1-G10	10	6	60	Kpl
		<b>Keskiarvo</b>	<b>Pinta-ala</b>	<b>Pohjia</b>	<b>Paketteja</b>	
Kuivatapulikatospaikkoja tapuleille		337	863	17	130	
Sahatavarakatospaikkoja						
sahatavaranipuille		461	906	22	456	
Halli/katospaikkoja höylätavaranipuille		508	899	26	600	
Katos/hallipaikat yhteensä		1553	3128	80	1450	
<b>Kaikki yhteensä</b>		<b>5199</b>	<b>10511</b>	<b>291</b>	<b>4796</b>	<b>Kpl</b>
Katos/hallipaikkoja kaikista paikoista		<b>29</b>	<b>29,8</b>	<b>27,5</b>	<b>30,2</b>	<b>%</b>
Kuivatapulikatospaikkoja kaikista paikoista		<b>6</b>	<b>8,2</b>	<b>5,8</b>	<b>2,7</b>	<b>%</b>
Sahatavarakatospaikkoja kaikista paikoista		<b>9</b>	<b>8,6</b>	<b>7,6</b>	<b>9,5</b>	<b>%</b>
Höylätavarakatospaikkoja kaikista paikoista		<b>10</b>	<b>8,6</b>	<b>8,9</b>	<b>12,5</b>	<b>%</b>

Liite 4. Katettujen varastojen osuudet ja kapasiteetit

**Katettujen varastojen osuudet ja kapasiteetit INVESTOINNIN JÄLKEEN**

	Varastoitava tuote	Pohjat	Pohjia kpl	Pohjalle paketteja	Yhteensä paketteja	
	<b>Sahatavara</b>	kylkikatos	8	12	96	
	<b>Sahatavara</b>	Besthalli	16	20	320	
	Kuusi ST	D1-D4	4	20	80	
	US ja HVS	V1-V4	4	24	96	
	Kuusi ST/PLVL	E1-E7	7	20	140	
	Höylätavara	Besthalli	16	25	400	
	Höylätavara	A1-A3	3	20	60	
		B1-B3	3	20	60	
		C1-C4	4	20	80	
	<b>Kuivatapuli</b>	F1-F7	7	6	42	
	Kuivatapuli	H1-H7	7	10	70	
		G1-G10	10	6	60	Kpl
		<b>Keskiarvo</b>	<b>Pinta-ala</b>	<b>Pohjia</b>	<b>Paketteja</b>	
	Kuivatapulikatospaikkoja tapuleille	451	1158	24	172	
	Sahatavarakatospaikkoja					
	sahatavaranipuille	701	1331	39	732	
	Hallipaikkoja höylätavaranipuille	508	899	26	600	
	Katos/hallipaikat yhteensä	1907	3848	104	1768	
	<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>5192</b>	<b>10556</b>	<b>291</b>	<b>4730</b>	<b>Kpl</b>
	Katos/hallipaikkoja kaikista paikoista	<b>37</b>	<b>36,5</b>	<b>35,7</b>	<b>37,4</b>	<b>%</b>
	Kuivatapulikatospaikkoja kaikista paikoista	<b>8</b>	<b>11,0</b>	<b>8,2</b>	<b>3,6</b>	<b>%</b>
	Sahatavarakatospaikkoja kaikista paikoista	<b>14</b>	<b>12,6</b>	<b>13,4</b>	<b>15,5</b>	<b>%</b>
	Höylätavarakatospaikkoja kaikista paikoista	<b>10</b>	<b>8,5</b>	<b>8,9</b>	<b>12,7</b>	<b>%</b>